

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE MEDICINA**



**TESIS DOCTORAL**

**Mentoría paritaria en la enseñanza de la ecografía clínica**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR**

**PRESENTADA POR**

**Francisco Javier García Sánchez**

**Directores**

**Gonzalo García de Casasola Sánchez,  
Juan Torres Macho  
Luis Antonio Álvarez – Sala Walther**

**Madrid**

**© Francisco Javier García Sánchez, 2022**

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE MEDICINA**



**TESIS DOCTORAL**

**MENTORIA PARITARIA EN LA ENSEÑANZA DE LA  
ECOGRAFÍA CLÍNICA**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR**

**PRESENTADA POR:**

**Francisco Javier García Sánchez**

**DIRECTORES**

**Dr. Gonzalo García de Casasola Sánchez**

**Dr. Juan Torres Macho**

**Dr. Luis Antonio Álvarez – Sala Walther**



# Índice

<b>Agradecimientos</b> .....	<b>7</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>9</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>11</b>
<b>Listado de abreviaturas</b> .....	<b>13</b>
<b>1. Introducción</b> .....	<b>15</b>
<b>1.1 Concepto de ecografía clínica</b> .....	<b>15</b>
<b>1.2 Proceso de toma de decisiones en medicina</b> .....	<b>17</b>
<b>1.3 La exploración física tradicional y sus limitaciones</b> .....	<b>19</b>
<b>1.4 La ecografía clínica como complemento de la exploración física</b> .....	<b>20</b>
<b>1.5. Ecografía clínica multiórgano</b> .....	<b>22</b>
<b>1.6. Sistematización de la ecografía clínica en la valoración integral del paciente</b> .....	<b>23</b>
1.6.1 Ecografía clínica multiórgano en medicina .....	23
1.6.1.1 Ecografía pulmonar .....	24
1.6.1.2 Ecografía abdominal .....	25
1.6.1.3 Ecografía cardiaca básica o ecocardiografía .....	26
<b>1.7 Enseñanza de la ecografía a los alumnos de medicina</b> .....	<b>27</b>
<b>2. Hipótesis</b> .....	<b>31</b>
<b>3. Objetivos</b> .....	<b>33</b>
<b>4. Metodología de la Investigación</b> .....	<b>35</b>
<b>4.1. Diseño del estudio</b> .....	<b>35</b>
<b>4.2. Mentores y estudiantes para la enseñanza de ecografía abdominal básica</b> ....	<b>35</b>
4.2.1 Mentores .....	35
4.2.2 Alumnos .....	36
<b>4.3. Mentores y estudiantes para la enseñanza de planos básicos de ecocardiografía</b> .....	<b>36</b>
4.3.1 Mentores .....	36
4.3.2 Alumnos .....	37
<b>4.4 Organización de la enseñanza de la ecografía por parte de los mentores</b> .....	<b>37</b>
4.4.1. Fase I: Formación teórica .....	37
4.4.2. Fase II: Formación práctica .....	38
4.4.2.1. Primer periodo (iniciación) .....	38
4.4.2.2. Segundo periodo (entrenamiento) .....	45
4.4.2.3. Tercer periodo (consolidación) .....	45
4.4.3. Fase III: Evaluación .....	46
4.4.3.1 Examinadores .....	47
<b>4.5 Equipos ecográficos</b> .....	<b>47</b>
<b>4.6 Valoración del grado de satisfacción de los estudiantes</b> .....	<b>49</b>
<b>4.7 Análisis estadístico</b> .....	<b>49</b>
<b>5. Resultados</b> .....	<b>51</b>
<b>5.1 Enseñanza de la ecografía abdominal básica</b> .....	<b>51</b>

5.1.1	Análisis de las calificaciones globales obtenidas por los alumnos .....	51
5.1.2	Análisis de las calificaciones obtenidas en la identificación de las estructuras anatómicas .....	52
5.1.3	Análisis de las calificaciones agrupadas por planos abdominal básicos .....	54
5.1.4	Análisis del nivel de concordancia entre los diferentes examinadores .....	54
<b>5.2</b>	<b>Enseñanza de los planos ecocardiográficos básicos .....</b>	<b>55</b>
5.2.1	Análisis de las calificaciones globales obtenidas por los alumnos .....	55
5.2.2	Análisis de las calificaciones obtenidas en la identificación de las estructuras anatómicas .....	56
5.2.3	Análisis de las calificaciones agrupadas por planos ecocardiográficos básicos.....	57
5.2.4	Análisis estadístico comparativo del plano subxifoideo con estudio previo .....	58
<b>5.3</b>	<b>Grado de satisfacción de los estudiantes .....</b>	<b>59</b>
<b>6.</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>61</b>
<b>6.1</b>	<b>Sobre el sistema de enseñanza.....</b>	<b>61</b>
<b>6.2</b>	<b>Sobre la enseñanza de la ecografía.....</b>	<b>63</b>
<b>6.3</b>	<b>Sobre el método de enseñanza en ecografía clínica en pregrado .....</b>	<b>64</b>
<b>6.4</b>	<b>Sobre la seguridad de la técnica .....</b>	<b>65</b>
<b>6.5</b>	<b>Sobre los resultados y la integración en el currículo universitario .....</b>	<b>66</b>
<b>6.6</b>	<b>Consideraciones prácticas sobre la integración de la ecografía en el grado de medicina .....</b>	<b>69</b>
6.6.1	Definir unos objetivos y contenidos razonablemente equilibrados para los estudiantes.....	69
6.6.2	Establecer el tiempo formativo para los estudiantes.....	70
6.6.3	Tutores de prácticas .....	72
6.6.4	Infraestructura básica.....	73
<b>6.7</b>	<b>Sobre la mentoría paritaria en ecografía en otros ámbitos de la medicina.....</b>	<b>74</b>
<b>6.8</b>	<b>Sobre competencias adicionales adquiridas por los estudiantes .....</b>	<b>75</b>
<b>6.8</b>	<b>Sobre la aplicabilidad.....</b>	<b>76</b>
6.8.1	Enseñanza de la ecografía clínica.....	76
6.8.2	Mentoría paritaria .....	77
6.8.3	Cooperación .....	77
<b>6.9</b>	<b>Aspectos éticos .....</b>	<b>77</b>
6.9.1	Sobre la mentoría paritaria o sistema de formación por pares (PAL).....	78
6.9.2	Sobre las prácticas de ecografía .....	78
6.9.3	Sobre los hallazgos de la ecografía.....	79
<b>6.10</b>	<b>Limitaciones del estudio.....</b>	<b>80</b>
<b>7.-</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>83</b>
<b>8.-</b>	<b>Producción Científica.....</b>	<b>85</b>
<b>Bibliografía .....</b>		<b>87</b>
<b>ANEXO 1:</b>	<b>ENCUESTA DE SATISFACCIÓN.....</b>	<b>95</b>
<b>ANEXO 2:</b>	<b>MATERIAL DOCENTE Y AUDIOVISUAL.....</b>	<b>99</b>

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Davide Tedesco por su ayuda con la puesta en marcha y desarrollo del proyecto, la recogida de datos y el procesamiento de estos. Sin él, esta tesis hubiera sido imposible llevarla a cabo. Y su alegría e ilusión por la consecución de este proyecto me lleva a brindarle los resultados de esta tesis doctoral.

A mis directores el Dr. Gonzalo García Casasola y el Dr. Juan Torres Macho por todas las aportaciones, ayudas y correcciones de este proyecto.

A mi tutor de tesis el Dr. Luis Álvarez - Sala Walther por su constancia y persuasión en los pasos necesarios para la consecución de la tesis.

Y finalmente a mi familia por el apoyo de todos estos años fundamental para conseguir este deseo.



# RESUMEN

## **Objetivos**

Analizar la capacidad de los estudiantes de medicina para integrarse en la enseñanza de la ecografía abdominal y cardiaca básica utilizando un diseño de mentoría paritaria y evaluar su efectividad.

## **Material y Método**

En ecografía abdominal: 30 estudiantes de medicina entrenados previamente en ecografía básica abdominal (mentores) tuvieron que enseñar a estudiantes de 4º año (n=136) en un año académico la misma enseñanza que ellos recibieron. Se realizaban tres fases formativas: a) parte teórica: curso online; b) entrenamiento básico: 3 sesiones prácticas en el que los estudiantes se garantizaban un mínimo de 15 horas de experiencia práctica con ecografía y realizaron al menos 20 estudios ecográficos abdominales básicos; c) fase de evaluación: examen clínico estructurado objetivo (ECO) en el que los estudiantes obtenían planos abdominales e identificaban 17 estructuras.

En ecografía cardiaca: 36 alumnos de medicina previamente adiestrados en la obtención de planos en ecografía cardiaca (mentores) enseñaron al resto de alumnos de 5º curso (n = 126). La metodología docente incluyó 3 etapas: a) teoría (curso online); b) entrenamiento básico: 3 sesiones con 15 horas de experiencia práctica en ultrasonidos y un mínimo de 20 estudios ecocardiográficos por mentor y c) ECO en la que se puntuaba la adecuación de los planos ecográficos básicos y la correcta identificación de 16 estructuras cardiacas.

## **Resultados**

**Ecografía abdominal.** La nota media  $\pm$  la desviación típica obtenida en el ECOE fue de  $8,71 \pm 1,53$  de un total posible de 10 puntos. Solo 2 estudiantes (1,56%) obtuvieron una calificación menor de 5 puntos y 14 estudiantes (10,86%) obtuvieron una calificación inferior a 7 puntos. Un total de 33 estudiantes (25,5%) consiguieron la máxima nota. Las estructuras más fácilmente identificables fueron el hígado, el riñón derecho y la vejiga urinaria con un 97,7% de respuestas correctas.

**Ecografía cardiaca.** La puntuación media ponderada obtenida por los alumnos en la ECOE fue de  $8,66 \pm 1,98$  puntos (sobre un máximo de 10). Solo 10 alumnos (8,4%) obtuvieron una puntuación inferior a 5 y 15 (12,6%) inferior a 7. Cincuenta alumnos (42%) obtuvieron 10 puntos. La estructura más fácilmente identificada fue el ventrículo izquierdo en el plano paraesternal eje corto, con un 89,9% de respuestas correctas. La estructura peor identificada fue la válvula mitral en el plano subxifoideo, con un 69,7% de respuestas correctas.

## **Conclusiones**

El sistema de mentoría paritaria logró un nivel adecuado de capacitación para la obtención de planos básicos de la ecografía abdominal y cardiaca en un número considerable de estudiantes de medicina. Además, los estudiantes adquirieron estas habilidades en un período de entrenamiento relativamente corto. Estos resultados sugieren que la mentoría paritaria puede facilitar la implementación a gran escala de la enseñanza de la ecografía en estudiantes de pregrado.

# ABSTRACT

## **Objective**

To analyze the ability of medical students to integrate into teaching basic abdominal and cardiac ultrasound using a design based in peer mentoring and evaluation of its effectiveness.

## **Methodology**

In abdominal ultrasound: 30 medical students previously trained in basic abdominal ultrasound (mentors) had to teach all fourth-year students (n = 136) in one academic year the same training they received. There were 3 stages to the ultrasound teaching: a) Theoretical (online course); b) Basic training (3 practical sessions in which students were guaranteed a minimum of 15 hours of practical experience with ultrasound and performed at least 20 basic abdominal ultrasound studies); c) Evaluation (objective structured clinical examination in which students had to obtain the basic abdominal views and to identify 17 structures). Focused cardiac ultrasound: Thirty-six medical students previously trained in obtaining echocardiography planes (mentors) taught the other 5th-year students (n = 126). The teaching methodology included three stages: a) Theoretical (online course), b) Basic training (three 15 hours sessions of practical experience in ultrasound and at least 20 echocardiographic studies per mentor and c) Objective structured clinical examination (OSCE), which the appropriateness of the basic ultrasound planes and the correct identification of 16 cardiac structures.

## **Results**

The mean grade  $\pm$  SD obtained was  $8.71 \pm 1.53$  of a possible 10 points. Only 2 students (1.56%) obtained a grade lower than 5, and 14 students (10.86%) obtained a grade lower than 7. A total of 33 students (25.5%) achieved the

maximum grade. The structures most easily identified were the liver, the right kidney, and the urinary bladder, with 97.7% of correct answers. Students obtained the poorest results when trying to identify the left and right cardiac cavities (subxiphoid view), with only 53.5% and 55.8% of correct answers, respectively. The students' weighted mean score in the OSCA was  $8.66 \pm 1.98$  points (out of 10). Only 10 students (8.4%) scored less than 5, and 15 (12.6%) scored less than 7. Fifty students (42%) scored 10 points. The most easily identified structure was the left ventricle in the short axis parasternal plane, with 89.9% of correct answers. The most poorly identified structure was the mitral valve in the subxiphoid plane, with 69.7% of correct answers.

### **Conclusions**

The peer mentoring system achieved an adequate level of training obtaining basic planes of abdominal and cardiac ultrasound in a considerable number of medical students. In addition, the students acquired these skills in a period of training relatively short. The results suggest that peer mentoring can facilitate the large-scale implementation of teaching ultrasounds in undergraduate students.

## LISTADO DE ABREVIATURAS

- AMEE Association of Medical Education in Europe (Asociación para la educación médica en Europa)
- APP: Aplicación de dispositivo móvil.
- DEGUM: Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin.
- DIY: Do it yourself.
- ECOE: Evaluación clínica objetiva estructurada
- FAST: Focused assessment with sonography for trauma protocol.
- NKLM: Nationaler Kompetenzbasierter Lernzielkatalog Medizin (Grupo de trabajo nacional alemán de aprendizaje basado en competencias para la educación médica en pre-grado).
- OSCE: Objective Structured Clinical Examination (Evaluación de competencias clínicas bajo el formato de estaciones).
- PAL: Peer-assisted learning
- POCUS: Point-of-Care ultrasound (Ecografía en el punto de asistencia).
- SHS: Students helping Students (SHS)



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Concepto de ecografía clínica

La ecografía se ha convertido en una prueba de imagen esencial en múltiples especialidades médicas distintas de la Radiología (Cardiología, Ginecología, Urología, Anestesiología, Cirugía Vascular, etc.). En los últimos años se han desarrollado ecógrafos de gran calidad, relativamente asequibles desde el punto de vista económico, muchos de ellos portátiles, que permiten realizar exploraciones a la cabecera del enfermo. Estos ecógrafos, como el estetoscopio, el oftalmoscopio, el otoscopio o el martillo de reflejos los puede utilizar cualquier médico. De esta forma el uso de la ecografía se ha extendido a múltiples disciplinas (tabla 1).

En el campo de especialidades como Medicina Interna y Atención Primaria, la incorporación de la ecografía en la clínica posiblemente ha constituido el procedimiento más importante desarrollado en los últimos 100 años y el único avance tecnológico relevante en el arte de la exploración física desde la invención del estetoscopio.

Se puede definir la ecografía clínica como la exploración ecográfica realizada por el médico directamente responsable del paciente. Es decir, por el facultativo que realiza la historia clínica y máximo responsable del proceso diagnóstico y terapéutico del enfermo. Esta circunstancia supone un valor añadido con respecto a las ecografías regladas que se hacen en los servicios centrales (ej: radiología, cardiología) en las que la información clínica del paciente puede ser escueta y limitada.

En la ecografía clínica es esencial que la exploración se realice a la cabecera del paciente (“point of care ultrasound”). De esta forma se evita el desplazamiento del enfermo al lugar donde se ubica el ecógrafo como sucede

en los servicios centrales. Esto supone una mayor comodidad para el paciente, especialmente si está inestable. Otra característica relevante de la ecografía clínica es que puede repetirse todas las veces que el médico lo considere necesario. Así podemos “monitorizar” la evolución de la enfermedad en múltiples circunstancias (congestión pulmonar y derrame pleural en la insuficiencia cardiaca o en pacientes con sobrecarga de volumen, ascitis, derrame pericárdico, condensación neumónica, etc.).

**Tabla 1. Utilidad de la ecografía en diversas especialidades médicas**

<b>Especialidad</b>	<b>Aplicaciones</b>
Anestesia	Accesos vasculares, anestesia regional, valoración de la volemia
Cardiología	Ecocardiografía (transtorácica, transesofágica)
Cuidados intensivos	Guía para procedimientos invasivos, valoración pulmonar, ecocardiografía dirigida
Dermatología	Valoración de lesiones y tumores cutáneos
Endocrinología	Valoración del tiroides y paratiroides, guía para biopsias
Cirugía general	Guía procedimientos invasivos
Ginecología y obstetricia	Valoración del embarazo y órganos genitales femeninos, guía procedimientos invasivos
Medicina Interna y urgencias	Ecocardiografía dirigida, ecografía abdominal y pulmonar básica, protocolo FAST, guía procedimientos invasivos
Neonatología	Valoración craneal y pulmonar
Nefrología	Accesos vasculares, guía para la biopsia renal, valoración de la volemia
Oftalmología	Valoración de la cornea y de la retina
Traumatología	Valoración musculoesquelética, FAST
Otorrinolaringología	Valoración de las masas cervicales, guía para procedimientos invasivos
Pediatría	Valoración de la vejiga urinaria, procedimientos invasivos
Neumología	Ecografía pulmonar y endotraqueal, guía procedimientos invasivos
Radiología	Ecografía general
Reumatología	Ecografía de articulaciones y partes blandas, evaluación de sinovitis
Urología	Valoración del riñón, vejiga y próstata
Cirugía vascular	Valoración sistema venoso y arterial periférico, guía procedimientos invasivos
Neurología	Doppler transcraneal, valoración sistema nervioso periférico

Por último, una de las claves de la ecografía clínica es la selección, dentro del complejo mundo de la ecografía, de procedimientos o exploraciones sencillas que tengan una alta rentabilidad (utilidad) clínica. Esto es lo que se conoce como ecografía focalizada o simplificada (“focused ultrasound”). Así, por ejemplo, dentro de las dificultades que entraña la valoración ecográfica del abdomen, la caracterización y diagnóstico de las tumoraciones hepáticas o renales puede ser realmente complejo y debería reservarse para la ecografía reglada propia de los servicios centrales. Sin embargo, la detección de líquido libre dentro del abdomen, el diagnóstico de una retención aguda de orina o la estimación del tamaño del bazo, están al alcance de cualquier clínico con una formación ecográfica básica.

## **1.2 Proceso de toma de decisiones en medicina**

En la figura 1 mostramos un esquema del proceso diagnóstico y de toma de decisiones en medicina, que se hace de forma secuencial. El primer paso es el más importante y consiste en recoger la información concerniente al paciente. Para ello realizamos la historia clínica y la exploración física. Dependiendo de la información obtenida establecemos unas posibilidades diagnósticas (diagnóstico diferencial) y mentalmente otorgamos una probabilidad de certeza a cada una de ellas (probabilidad pre-test). Posteriormente, en un segundo paso, elegimos las pruebas complementarias (análisis de sangre, estudios de imagen, endoscopias, etc.) necesarias para confirmar nuestras sospechas diagnósticas. La rentabilidad de las pruebas complementarias está directamente ligada a la probabilidad diagnóstica que el clínico establezca antes de realizar la misma. Por este motivo es esencial realizar lo mejor posible el primer paso: recoger la información del enfermo.

Después de conocer los resultados de las pruebas complementarias interpretamos todos los datos disponibles, establecemos el diagnóstico y planificamos el tratamiento más adecuado. Posteriormente monitorizamos y

hacemos un seguimiento del enfermo. Si constatamos la cura o correcta evolución de la enfermedad podemos proceder al alta del paciente.

Desafortunadamente, en este proceso de toma de decisiones con relativa frecuencia se cometen errores. En algunos estudios se ha demostrado que un 14% de los errores médicos están relacionados con falsos diagnósticos o con omisión de los mismos generalmente debidos a una historia clínica y exploración física deficiente o incompleta. Obviamente, este tipo de errores son potencialmente evitables y generan litigios legales con los pacientes. En Estados Unidos se calcula que unos 35000 pacientes mueren al año debido a omisión o a error en el diagnóstico<sup>1, 2</sup>.



**Figura 1. Proceso de toma de decisiones en medicina.** El punto más importante es la adquisición de la información que se basa en la historia clínica (anamnesis y exploración física clásica). Posteriormente el clínico decide si es necesario solicitar pruebas complementarias adicionales para confirmar las sospechas diagnósticas, interpreta toda la información obtenida e idea un plan de acción (tratamiento). Finalmente valora los resultados. La ecografía puede apoyar al médico en todo el proceso ya que complementa la exploración física, es en sí una prueba complementaria y facilita la monitorización y el seguimiento del enfermo.

## 1.3 La exploración física tradicional y sus limitaciones

La exploración física tradicional, basada en la inspección, palpación, percusión y auscultación de diferentes órganos se puede considerar como una prueba diagnóstica cuya precisión es muy variable dependiendo de la habilidad del médico y de las características del paciente. Desafortunadamente, debido a los enormes avances tecnológicos, en las últimas décadas el interés y la pericia de los profesionales por la exploración física han disminuido de forma sustancial.

Hace 100 años el diagnóstico de la mayoría de las enfermedades se sustentaba en la detección de determinados signos y síntomas sin ningún tipo de prueba complementaria. En la actualidad, el diagnóstico definitivo de muchos procesos se asienta fundamentalmente sobre pruebas analíticas o de imagen. Debido a la mayor disponibilidad y accesibilidad a las mismas, para muchos médicos la exploración física ha quedado relegada a un segundo plano. No obstante, no debemos olvidar que hay bastantes enfermedades (celulitis, psoriasis, esclerosis lateral amiotrófica, enfermedad de Parkinson, parálisis de Bell, etc.) cuyo diagnóstico se asienta de forma exclusiva en la exploración física tradicional.

A pesar de la importancia de la exploración física, hay que ser conscientes de sus limitaciones. Aunque seamos capaces de palpar y medir la distancia entre el borde hepático y el reborde costal, esta valoración tiene una mala concordancia con el aumento del tamaño hepático. Algo parecido sucede con el bazo. Es relativamente fácil palpar bazos muy grandes (> 20 cm), pero la sensibilidad para detectar esplenomegalias de 13 a 18 cm es baja (claramente inferior al 50% en muchas series)<sup>3-5</sup>. En lo que respecta al aneurisma de aorta abdominal, si su tamaño es superior a 5 cm la sensibilidad para detectarlo mediante la palpación puede llegar al 80%, pero si su tamaño está

comprendido entre 3 y 5 cm y el paciente tiene sobrepeso, la rentabilidad baja considerablemente<sup>6</sup>. Únicamente se puede detectar la vejiga urinaria, mediante percusión o palpación cuando contiene más de 500 ml de orina<sup>3</sup>. Cuando la ascitis es inferior a 1.000 ml es prácticamente imposible objetivarla mediante la exploración física y solo si supera los 2.000 ml aumenta de forma significativa nuestra sensibilidad<sup>7</sup>. La estimación de la presión venosa central mediante la inspección de la vena yugular, uno de los paradigmas de la exploración física cardiovascular, es difícil de determinar con exactitud en muchos pacientes, incluso para clínicos expertos, por múltiples motivos (obesidad, cuello corto, escasa colaboración, etc.)<sup>8</sup>. Con respecto a la auscultación cardíaca, los cardiólogos expertos son capaces de identificar correctamente un 60% de los soplos sistólicos, pero sólo el 16% de los soplos diastólicos<sup>9</sup>.

## **1.4 La ecografía clínica como complemento de la exploración física**

En múltiples estudios se ha demostrado de forma fehaciente que la ecografía clínica mejora la rentabilidad diagnóstica de la exploración física. Esto es especialmente evidente en la exploración física cardiovascular<sup>9, 10</sup>. Además, para algunos objetivos concretos no es preciso una larga curva de aprendizaje. Incluso estudiantes de medicina con una formación básica en ecografía pueden mejorar sustancialmente la rentabilidad diagnóstica comparado con la exploración física realizada por médicos expertos<sup>9, 11</sup>. Esto es especialmente patente en el diagnóstico de lesiones valvulares cardíacas, en la estimación de la presión venosa central y en la detección de derrame pleural o pericárdico, de líquido libre abdominal, de la esplenomegalia o de la retención aguda de orina, por poner sólo algunos ejemplos<sup>12, 13</sup>.

Es esencial recalcar que la ecografía clínica no “sustituye” a la exploración física tradicional, sino que la complementa. La ecografía pulmonar es una

herramienta excelente para detectar lesiones intersticiales (edema pulmonar cardiogénico y no cardiogénico, fibrosis pulmonar), consolidaciones alveolares (neumonía), neumotórax o el derrame pleural<sup>14-16</sup>. Sin embargo, la ecografía pulmonar no “ve” los roncus y sibilantes de un paciente con asma o con EPOC y tanto la ecografía como la radiografía de tórax pueden ser normales. En manos expertas la ecografía pulmonar puede tener una rentabilidad diagnóstica superior incluso a la radiografía de tórax para el diagnóstico de neumonía<sup>17</sup> pero para ello es necesario realizar un barrido extenso por todos los campos pulmonares. Una auscultación pulmonar previa puede orientar al clínico a elegir las zonas del pulmón donde es más posible la consolidación pulmonar y, por tanto, donde debe ubicar la sonda del ecógrafo. Por el contrario, una auscultación pulmonar anormal, como sucede en las bases de muchos pacientes ancianos, puede hacernos sospechar una neumopatía subyacente y la ecografía pulmonar puede ayudarnos a confirmarla o descartarla.

Es evidente que la ecocardiografía es claramente superior a la auscultación cardiaca para la detección de lesiones valvulares cardiacas. No obstante, cuando utilizamos ecógrafos portátiles de gama media o baja o cuando la ventana del paciente es deficiente puede ser difícil observar una lesión valvular significativa. En cambio, la auscultación cardiaca tiene una más que aceptable sensibilidad para detectar estenosis aórtica o insuficiencia mitral moderadas-graves (soplos sistólicos)<sup>10</sup>.

La exploración neurológica es esencial -insustituible- para la valoración de múltiples procesos (ictus, alteraciones del movimiento, esclerosis lateral amiotrófica, etc.) en los que las pruebas de imagen tienen una importancia secundaria.

En definitiva, la exploración física tradicional sigue siendo útil, aunque dispongamos de equipos de ecografía y tengamos la formación adecuada para utilizarlos correctamente. Es más, la ecografía clínica puede ayudar a

revitalizar y a reinventar una forma de exploración física más eficaz<sup>18</sup>.

## 1.5. Ecografía clínica multiórgano

El protocolo FAST (“Focussed Assessment with Sonography in Trauma”) constituye una exploración básica dentro del ámbito de la ecografía de urgencias y posiblemente ha constituido el germen de la ecografía clínica (“Point of Care Ultrasound”) tal y como la entendemos en la actualidad.

El objetivo del protocolo FAST es la detección de líquido libre en la cavidad abdominal en el contexto del paciente con traumatismo abdominal y reemplazó al lavado peritoneal diagnóstico como método alternativo a la TAC abdominal. Desde los años 70 varios equipos de cirujanos en Alemania y Japón comenzaron a describir los hallazgos ecográficos de pacientes con líquido libre peritoneal. A mediados de los años 90 se protocoliza la técnica y se extiende su uso gracias a la disponibilidad de equipos portátiles. Poco tiempo después, a los tres planos abdominales básicos del protocolo FAST, se añade el plano subxifoideo para visualizar el corazón y cortes en región posteroinferior del tórax para descartar hemopericardio y hemotórax, respectivamente. Surge así el denominado protocolo FAST extendido (e-FAST). El e-FAST es una forma de ecografía clínica multiórgano ya que en el se valora corazón, pulmón y abdomen, aunque sea de forma muy sucinta y con unos objetivos muy concretos.

Tanto en los servicios de urgencias como en las unidades de cuidados intensivos, especialmente cuando se valora a enfermos graves e inestables, la ecografía clínica debe realizarse en poco tiempo y limitarse a planos básicos que permitan establecer una aproximación diagnóstica a problemas médicos concretos. Para el diagnóstico de algunos síntomas o signos, como la hipotensión-shock o la disnea, es obligada la ecografía de varios órganos o sistemas de forma estructurada. En este sentido se han publicado recientemente los resultados de múltiples protocolos (RUSH, RUSH-VTI, SHoC, BLUE, FALLS, FEEL, FEER,

SEARCH 8Es, LuCUS, LCI, FATE, etc)<sup>19-29</sup>. La mayoría de estos protocolos se basan en la realización de planos básicos a nivel pulmonar, cardíaco y, ocasionalmente, abdominales (especialmente para valorar la vena cava inferior y la aorta abdominal). Gracias a los estudios basados en estos protocolos, el uso de la ecografía clínica “multiórgano” se ha extendido y popularizado.

En definitiva, la ecografía multiórgano, es una herramienta que asociada a la anamnesis y exploración física facilita una valoración integral del paciente.

## **1.6. Sistematización de la ecografía clínica en la valoración integral del paciente**

Uno de los objetivos de la ecografía clínica es complementar la exploración física tradicional para mejorar la rentabilidad de la misma. De la misma forma que la exploración física está convenientemente reglada y estandarizada y debe hacerse de forma sistemática en la valoración de nuestros pacientes, algo parecido debe plantearse con la ecografía clínica.

Los protocolos que utilizan la ecografía multiórgano que hemos mencionado en el apartado anterior, están diseñados para esclarecer el diagnóstico de problemas médicos muy concretos. Así, por ejemplo, en el protocolo RUSH (“Rapid Ultrasound in SHock”), uno de los más completos y cuyo objetivo es el diagnóstico del paciente con shock, se examina el pulmón, el corazón y sólo de forma parcial el abdomen<sup>20</sup>.

### **1.6.1 Ecografía clínica multiórgano en medicina**

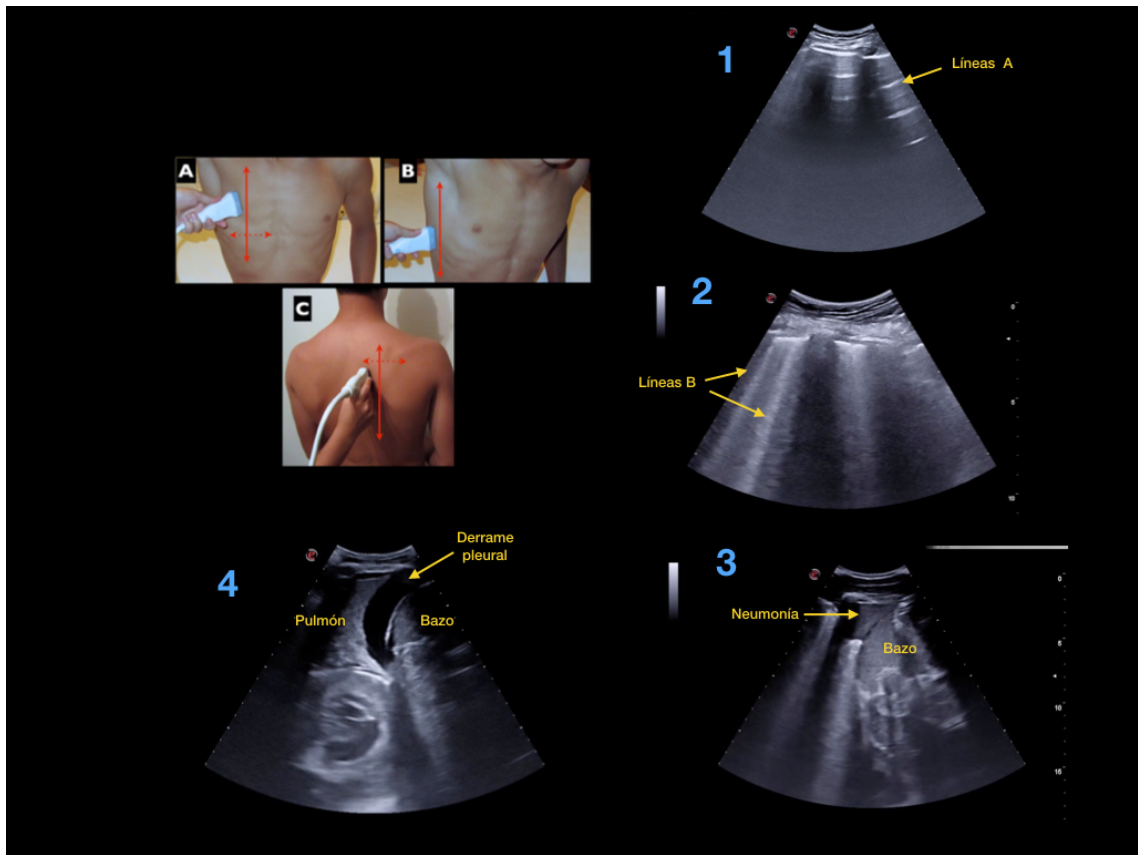
En la actualidad no existe ningún consenso que especifique cómo debe hacerse una exploración ecográfica rutinaria que complemente a la exploración física tradicional. Muy recientemente se está empezando a valorar la utilidad de la ecografía clínica multiórgano de forma estandarizada en enfermos no críticos (estables hemodinámicamente) de forma

independiente al motivo de consulta del mismo<sup>30, 31</sup>. Ante un enfermo con dolor torácico y fiebre, después de la anamnesis y exploración física, es muy útil realizar una ecografía pulmonar para comprobar si existe consolidación y la posibilidad de derrame pleural asociado. Sin embargo, sería más eficiente completar la ecografía focalizada en el pulmón con la ecografía de otros órganos (corazón, abdomen) para detectar otras alteraciones (cardiopatía significativa, aneurisma de aorta abdominal, retención aguda de orina, etc.) que también pueden tener importancia clínica.

Desde nuestra Unidad de Ecografía Clínica hemos propuesto una exploración ecográfica multiórgano con planos básicos seleccionados de pulmón, corazón y abdomen que debería hacerse en el mismo momento que la anamnesis y la exploración física<sup>32</sup>. La rentabilidad diagnóstica de los planos ecográficos seleccionados ha sido demostrada en múltiples estudios y son los que pretendemos enseñar a los alumnos de medicina.

#### ***1.6.1.1 Ecografía pulmonar***

La ecografía pulmonar es técnicamente sencilla y además puede hacerse con cualquiera sonda, tanto de alta como de baja frecuencia. De la misma forma que hacemos con el fonendoscopio en la auscultación, debemos hacer un barrido con el transductor en ambos pulmones (cara anterior, lateral y posterior). Si la situación clínica del paciente lo permite, lo ideal es hacer la exploración en sedestación<sup>33</sup>. La ecografía pulmonar es excelente para el diagnóstico de derrame pleural, condensaciones (neumonía, tumores)<sup>17</sup>, neumotórax<sup>34</sup> y patología intersticial (insuficiencia cardíaca, fibrosis pulmonar)<sup>35</sup>(figura 2).




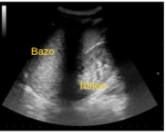




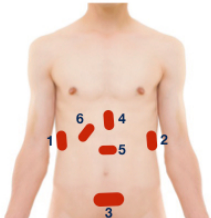
**Figura 2. Ecografía pulmonar.** La técnica es sencilla: barrido cara posterior, anterior y lateral de ambos pulmones. 1. Pulmón normal: caracterizado por la presencia de líneas A. 2. Patrón intersticial: caracterizado por la visualización de líneas B. 3. Condensación pulmonar (neumonía). 4. Derrame pleural

En los pacientes con patología intersticial difusa muchas veces no es preciso el barrido pulmonar completo. Puede ser suficiente una exploración craneocaudal de las regiones posteriores de ambos pulmones.

#### **1.6.1.2 Ecografía abdominal**

En la ecografía abdominal básica basta realizar 6 planos esenciales empleando la sonda convex de baja frecuencia. Los planos coronal derecho e izquierdo a nivel de los últimos arcos costales y corte transversal y longitudinal de la pelvis constituyen los planos del protocolo FAST. Los cortes longitudinales en epigastrio y transversal en mesogastrio sirven para visualizar la vena cava inferior y la aorta. El plano subcostal derecho permite visualizar el parénquima hepático, la vesícula y la vía biliar. En la figura 3

mostramos estos planos abdominales, las estructuras que se visualizan y su utilidad clínica.

Planos básicos y estructuras visualizadas	Utilidades clínicas
	<b>1. Coronal derecho:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hígado</li> <li>• Riñón</li> <li>• Diafragma</li> </ul>
	<b>2. Coronal izquierdo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bazo</li> <li>• Riñón</li> <li>• Diafragma</li> </ul>
	<b>3. Pelvis:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vejiga urinaria</li> <li>• Próstata</li> <li>• Útero</li> </ul>
	<b>4. Longitudinal epigástrico:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hígado</li> <li>• Vena cava inferior (VCI)</li> </ul>
	<b>5. Transversal mesogástrico</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aorta</li> <li>• Vena cava inferior (VCI)</li> </ul>
	<b>6. Subcostal:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hígado</li> <li>• Porta</li> <li>• Vía biliar principal</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detección de líquido libre abdominal y ascitis</li> <li>• Valoración de hidronefrosis y retención aguda de orina</li> <li>• Diagnóstico del paciente con insuficiencia renal</li> <li>• Estimación del tamaño del hígado y del bazo. Diagnóstico de hepatomegalia y esplenomegalia</li> <li>• Visualización de derrame pleural desde el abdomen</li> <li>• Valoración de la volemia y de sospecha de hipertensión pulmonar (calibre y colapsabilidad de la VCI)</li> <li>• Diagnóstico de aneurisma de aorta abdominal y sus complicaciones</li> <li>• Detección de coledocitis, colecistitis y dilatación de la vía biliar principal</li> <li>• Diagnóstico del paciente con ictericia</li> <li>• Valoración del paciente con sospecha de hepatopatía</li> <li>• Detección de tumoraciones-lesiones en hígado, bazo, riñones y vejiga urinaria</li> </ul>

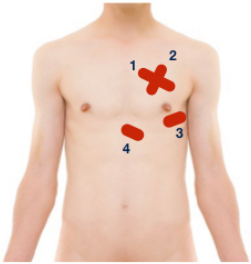

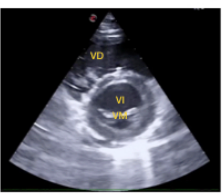


**Figura 3. Planos abdominales básicos y su utilidad clínica.**

### 1.6.1.3 Ecografía cardiaca básica o ecocardiografía

Para realizar la ecocardiografía utilizamos 4 planos básicos con ayuda de la sonda sectorial de baja frecuencia: plano subxifoideo, paraesternal eje largo y corto y apical cuatro cámaras. El plano subxifoideo puede hacerse perfectamente con la sonda convex y, por tanto, añadirse a los cortes del abdomen. En la figura 4 mostramos estos planos, las estructuras que se visualizan y su utilidad clínica.

Con cierta experiencia, la ecografía multiórgano pulmonar, abdominal y cardiaca rutinaria puede hacerse en menos de 15 minutos y, además de mejorar la rentabilidad de la exploración física, muy probablemente puede contribuir a mejorar la relación médico-paciente<sup>13</sup>. Por este motivo, hay una

corriente cada vez más extendida de que la ecografía clínica debería constituir el quinto pilar (“insonación”) de la exploración física<sup>36</sup>.

	Planos básicos y estructuras visualizadas	Utilidades clínicas
	 <p>1. Paraesternal eje largo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventriculo izquierdo (VI)</li> <li>• Ventriculo derecho (VD)</li> <li>• Auricula izquierda (AI)</li> <li>• Válvula mitral (VM)</li> <li>• Válvula aórtica (VA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimación del tamaño de las cavidades cardíacas y de la hipertrofia del VI</li> <li>• Valoración de la función sistólica y diastólica del VI</li> <li>• Estimación de la función del VD</li> <li>• Detección de derrame pericárdico y taponamiento cardíaco</li> <li>• Cribado de valvulopatías significativas</li> <li>• Diagnóstico del paciente con sospecha de insuficiencia cardíaca</li> <li>• Valoración del enfermo con sospecha de embolia de pulmonar masiva o submarina</li> <li>• Diagnóstico del enfermo con hipotensión-shock</li> </ul>
	 <p>1. Paraesternal eje corto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventriculo izquierdo (VI)</li> <li>• Ventriculo derecho (VD)</li> <li>• Válvula mitral (VM)</li> </ul>	
	 <p>1. Apical cuatro cámaras:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventriculo izquierdo (VI)</li> <li>• Ventriculo derecho (VD)</li> <li>• Auricula izquierda (AI)</li> <li>• Auricula derecha</li> <li>• Válvulas mitral y tricúspide</li> </ul>	
	 <p>1. Subxifoideo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventriculo izquierdo (VI)</li> <li>• Ventriculo derecho (VD)</li> <li>• Auricula izquierda (AI)</li> <li>• Auricula derecha</li> <li>• Válvulas mitral y tricúspide</li> </ul>	

**Figura 4. Planos cardiacos básicos y su utilidad clínica**

## 1.7 Enseñanza de la ecografía a los alumnos de medicina

La ecografía clínica multiórgano (pulmón, abdomen y corazón) centrada en planos básicos concretos y clínicamente relevantes para los cuales no se requiere una larga curva de aprendizaje tal y como hemos desarrollado en los apartados anteriores, facilita el aprendizaje de la anatomía, ayuda a comprender la fisiología y la fisiopatología de muchos órganos y sistemas y, sobre todo, mejora el rendimiento y fiabilidad de la exploración física realizada por los estudiantes<sup>9,37,38</sup>. Por ese motivo, la enseñanza de estos planos básicos a los alumnos de medicina nos parece muy importante.

La formación ecográfica a los alumnos de medicina se está implantando de forma progresiva en diversas facultades de medicina, especialmente en Estados Unidos<sup>37,39-45</sup>. Cuando se pretende implantar la enseñanza de la ecografía en pregrado las principales limitaciones son la disponibilidad de ecógrafos, la escasez de profesorado y el tiempo necesario. La ecografía no se puede aprender solamente mediante cursos teóricos o seminarios; es necesario tiempo para la práctica supervisada. Otra limitación de muchas facultades es el elevado número de alumnos. La solución a estos problemas puede ser la integración del estudiante en la enseñanza práctica de la ecografía. Así, tras la formación de un grupo reducido de alumnos, éstos podrían a su vez enseñar a otros compañeros en lo que se podría denominar mentoría paritaria o entre iguales (“peer mentoring”)<sup>46-50</sup>, convirtiendo de esta forma el problema del elevado número de alumnos en una solución para la falta de educadores.

Históricamente la docencia en las ciencias de la salud, especialmente en medicina, se basa en una metodología de enseñanza tipo expositiva; es decir, el docente realiza una disertación sobre un tema en el que el alumno es un sujeto pasivo con escasas posibilidades de “feedback” o retroalimentación con el profesor. Se ha constatado que la “pasividad” del alumno en la enseñanza se relaciona con una significativa pérdida de atención y olvido precoz de los conocimientos adquiridos.

Otros métodos de alternativos de enseñanza como el de mentoría paritaria o sistema de enseñanza por pares (descrito en la literatura como PAL: Peer-assisted learning) pueden ser altamente eficaces. De hecho, la asociación para la educación médica en Europa (AMEE) ha identificado hasta 18 tipos diferentes de estrategias para el aprendizaje que se pueden llevar a cabo por pares (tabla 2)<sup>51, 52</sup>.

**Tabla 2. Sinónimos y formas similares de formación por pares en las publicaciones científicas en la enseñanza asistida por pares (PAL)**

Sinónimos reconocidos por AMEE en las publicaciones científicas para el sistema de enseñanza por pares (PAL)	
• Peer appraisal	• Collaborative learning
• Peer review	• Learning cells/students dyads
• Peer assisted study	• Parrainage
• Peer assessment	• Proctoring
• Peer tutoring	• Students helping Students (SHS)
• Peer teaching	• Students teaching assistant schemes
• Peer counseling	• Student teaching / tutoring / mentoring
• Peer assisted writing	• Study advisory schemes
• Peer supported learning	• Supplemental instruction (SI)

Se trata, por tanto, de un sistema validado de formación en el que los alumnos tras un periodo de instrucción enseñan a sus compañeros entre iguales una técnica en cuestión o un contenido definido. Este procedimiento de enseñanza ya ha sido utilizado con el paso de los años y constituye el pilar fundamental en este estudio en el que se pretende la enseñanza en técnicas de ecografía.

Este sistema de enseñanza tiene varios puntos fuertes. Quizás el más importante, sea la confianza por parte de los tutores, no solo en relación con los conocimientos adquiridos sino al clima que se respira durante la formación que suele ser muy relajado y propenso a facilitar la formación puesto que el alumno no presenta tanta resistencia emocional a la consulta de sus dudas e inquietudes para con sus tutores, que son personas del mismo

nivel académico. En consecuencia, se elimina la barrera existente con el profesor/formador del sistema clásico.

En resumen, este trabajo plantea el casamiento de una técnica médica, la ecografía, importante como complemento de la exploración física, con un sistema de enseñanza poco utilizado como la mentoría paritaria o por pares.

## 2. HIPÓTESIS

La selección de aspectos concretos dentro del campo de la exploración ecográfica que sean técnicamente sencillos y de indudable utilidad clínica, como son los planos abdominales y cardiacos básicos, hace que sea factible su enseñanza para estudiantes de medicina (pregrado).

La ecografía mejorará de forma considerable las habilidades de los estudiantes en la exploración física de los pacientes y constituirá, junto con el estetoscopio, una herramienta de gran utilidad a la hora de valorar a los pacientes.



### 3. OBJETIVOS

Los objetivos principales que se han propuesto para el presente estudio son:

1. Analizar la capacidad de los estudiantes durante su etapa de pregrado de medicina para integrarse en la enseñanza de planos básicos abdominales y cardiacos mediante un diseño de mentoría paritaria.
2. Evaluar la eficacia y eficiencia del diseño de mentoría paritaria en la enseñanza de la ecografía mediante la evaluación clínica objetiva estructurada (ECO-E)
3. Conocer el grado de satisfacción de los alumnos con respecto a este sistema de enseñanza mediante la realización de una encuesta



## 4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 4.1. Diseño del estudio

Estudio prospectivo observacional realizado con alumnos de medicina del mismo curso sin formación previa en ecografía en los que se hace una intervención educativa y posterior evaluación de la misma.

### 4.2. Mentores y estudiantes para la enseñanza de ecografía abdominal básica

#### 4.2.1 Mentores

El grupo de mentores estaba constituido por un total de 30 alumnos de 5º y 6º curso de medicina (Facultad de Medicina, Universidad Complutense, Hospitales Universitarios 12 de Octubre e Infanta Cristina de Madrid), curso académico 2014-15, que voluntariamente habían aceptado integrarse en un programa formativo en ecografía abdominal básica mediante:

1. Curso online de 6 módulos teóricos con el siguiente contenido:

- Principios físicos básicos de ecografía
- Protocolo FAST, detección de líquido libre abdominal
- Valoración de la vía urinaria: riñón y vejiga urinaria
- Vesícula y vía biliar
- Bazo e Hígado
- Grandes vasos: aorta y vena cava inferior

Al final de cada módulo era preciso aprobar una evaluación tipo test.

2. Prácticas supervisadas por alumnos previamente formados y evaluados en ecografía abdominal en un estudio preliminar a éste dirigido en el mismo centro<sup>50</sup>. Estas prácticas consistían en la realización de al menos 20 exploraciones ecográficas abdominales sobre diferentes modelos y en varias sesiones (mínimo de 15 horas de prácticas).

## 4.2.2 Alumnos

Los mentores debían formar a la totalidad de los alumnos de 4º curso (n = 136) del curso académico 2014-15 de la Facultad de Medicina, Universidad Complutense, Hospitales Universitarios 12 de Octubre e Infanta Cristina de Madrid. Ninguno de ellos tenía conocimientos previos en ecografía.

## 4.3. Mentores y estudiantes para la enseñanza de planos básicos de ecocardiografía

### 4.3.1 Mentores

El grupo de mentores estaba constituido por un total de 36 alumnos de 6º curso de medicina (Facultad de Medicina, Universidad Complutense, Hospitales Universitarios 12 de Octubre e Infanta Cristina de Madrid), que voluntariamente habían aceptado integrarse en un programa formativo en ecocardiografía básica mediante:

1. Curso online de módulo teórico de ecocardiografía básica con el siguiente contenido:
  - Recuerdo anatómico
  - Técnica y planos ecocardiográficos (subcostal o subxifoideo, paraesternal eje corto y largo y apical cuatro cámaras)
  - Utilidad de la ecocardiografía aplicada

Al final del módulo era preciso aprobar una evaluación tipo test.

2. Prácticas supervisadas por alumnos previamente formados y evaluados en ecocardiografía en un estudio preliminar a éste dirigido en el mismo centro<sup>50</sup>. Estas prácticas consistían en la realización de al menos 20 exploraciones ecocardioscópicas sobre diferentes modelos y en varias sesiones (mínimo de 15 horas de prácticas).

### **4.3.2 Alumnos**

Los mentores debían formar a la totalidad de los estudiantes de 5º de medicina (n = 126) del curso académico 2015-16 de la Facultad de Medicina, Universidad Complutense, Hospitales Universitarios 12 de Octubre e Infanta Cristina de Madrid. Ninguno de ellos tenía conocimientos previos en ecocardiografía, aunque sí en planos básicos de ecografía abdominal que habían aprendido en el curso académico anterior.

## **4.4 Organización de la enseñanza de la ecografía por parte de los mentores**

El esquema organizativo de la enseñanza, tanto para la ecografía abdominal como para la ecocardiografía, consta de tres fases

### **4.4.1. Fase I: Formación teórica**

Al principio del curso académico, se proporciona acceso a todos los alumnos de 4º y de 5º de medicina al mismo curso on-line que también habían realizado previamente los mentores, con su correspondiente evaluación de tipo test (ver apartado 4.2). Además, todos los alumnos asistieron a una demostración en vivo de la realización de los planos básicos de ecografía

abdominal y cardiaca sobre un individuo sano llevada a cabo por un médico experto.

#### **4.4.2. Fase II: Formación práctica**

La formación práctica se realizó en una sala de ecografía especialmente habilitada para este fin y en la que se incluía dos equipos de ecografía y dos camillas. Dicha sala se mantiene accesible a los alumnos 5 horas al día durante un total de 90 días a lo largo del curso académico. Se programaron para cada alumno tres periodos de entrenamiento de 5 horas cada uno.

##### **4.4.2.1. Primer periodo (iniciación)**

Los alumnos se organizan en grupos de tres alumnos por cada ecógrafo. A cada grupo de tres alumnos le correspondía un alumno mentor, el cual explicaba los principios básicos de manejo del equipo y realizaba un recordatorio y un ejemplo de los planos ecográficos a realizar.

En esta etapa se pretendía que los alumnos aprendan:

- los componentes básicos de un equipo ecográfico y la función de cada uno de ellos.
- los cortes abdominales y cardiacos básicos y la morfología normal de las estructuras anatómicas que se pueden visualizar en cada corte (tablas 3 y 4) (figuras 5 a 15).

En este periodo los alumnos realizaban prácticas con el ecógrafo utilizando como modelos a sus propios compañeros.

**Tabla 3. Planos ecográficos abdominales básicos con las estructuras anatómicas que los mentores debían enseñar a los alumnos**

Planos básicos	Estructuras anatómicas para identificar
<b>Coronal derecho</b>	1. Hígado 2. Riñón derecho 3. Fosa de Morrison 4. Diafragma derecho
<b>Coronal izquierdo</b>	5. Bazo 6. Riñón izquierdo 7. Receso espleno-renal 8. Diafragma izquierdo
<b>Pelvis transversal y longitudinal</b>	9. Vejiga urinaria
<b>Longitudinal epigastrio</b>	10. Vena cava inferior en su desembocadura en la auricular derecha 11. Lóbulo hepático izquierdo
<b>Transversal mesogastrio línea media</b>	12. Aorta abdominal
<b>Subcostal derecho</b>	13. Venas suprahepáticas 14. Vena porta 15. Vesícula biliar
<b>Subxifoideo</b>	16. Aurícula y ventrículo derecho 17. Aurícula y ventrículo izquierdo

**Tabla 4. Planos ecocardiográficos básicos con las estructuras anatómicas que los mentores debían enseñar a los alumnos**

Planos básicos	Estructuras anatómicas para identificar
<b>Subxifoideo</b>	1. Aurícula derecha y ventrículo derecho 2. Aurícula izquierda y ventrículo izquierdo 3. Válvula tricúspide 4. Válvula mitral
<b>Paraesternal eje largo (longitudinal)</b>	5. Ventrículo izquierdo 6. Ventrículo derecho 7. Aurícula izquierda 8. Arteria aorta 9. Válvula mitral
<b>Paraesternal eje corto (transversal)</b>	10. Ventrículo derecho 11. Ventrículo izquierdo 12. Válvula mitral
<b>Apical cuatro cámaras</b>	13. Aurícula derecha y ventrículo derecho 14. Aurícula izquierda y ventrículo izquierdo 15. Válvula tricúspide 16. Válvula mitral

### CORONAL DERECHO



Figura 5: Plano coronal derecho, estructuras y la posición del transductor (Imagen cedida por el Dr. Tedesco)

### CORONAL IZQUIERDO



Figura 6: Plano coronal izquierdo, estructuras y la posición del transductor (Imagen cedida por el Dr. Tedesco)

### TRANSVERSAL PELVIS

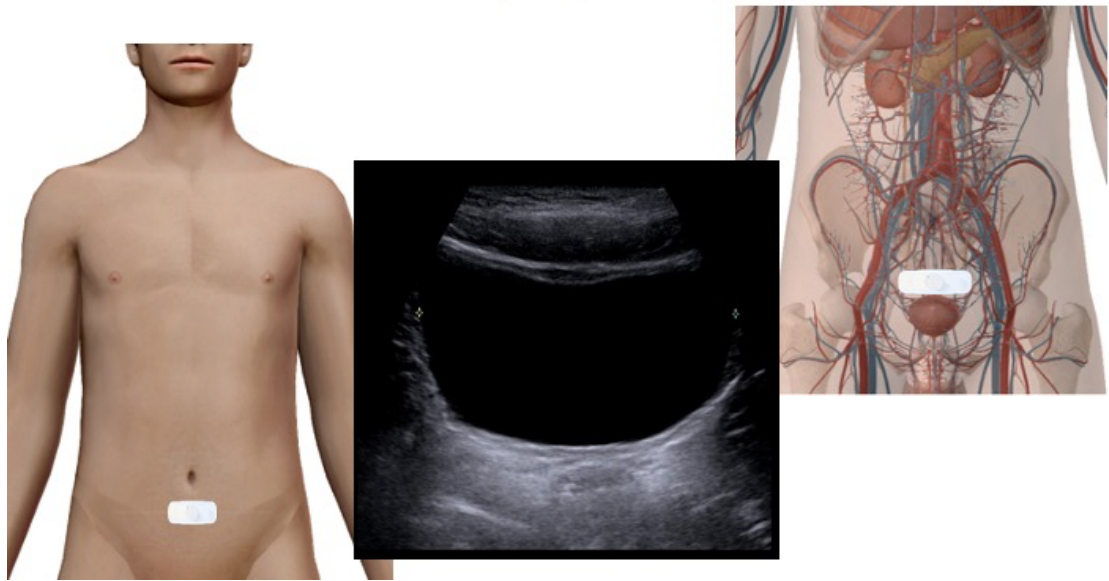


Figura 7: Plano transversal de la pelvis, estructuras y la posición del transductor (Imagen cedida por el Dr. Tedesco)

### LONGITUDINAL PELVIS

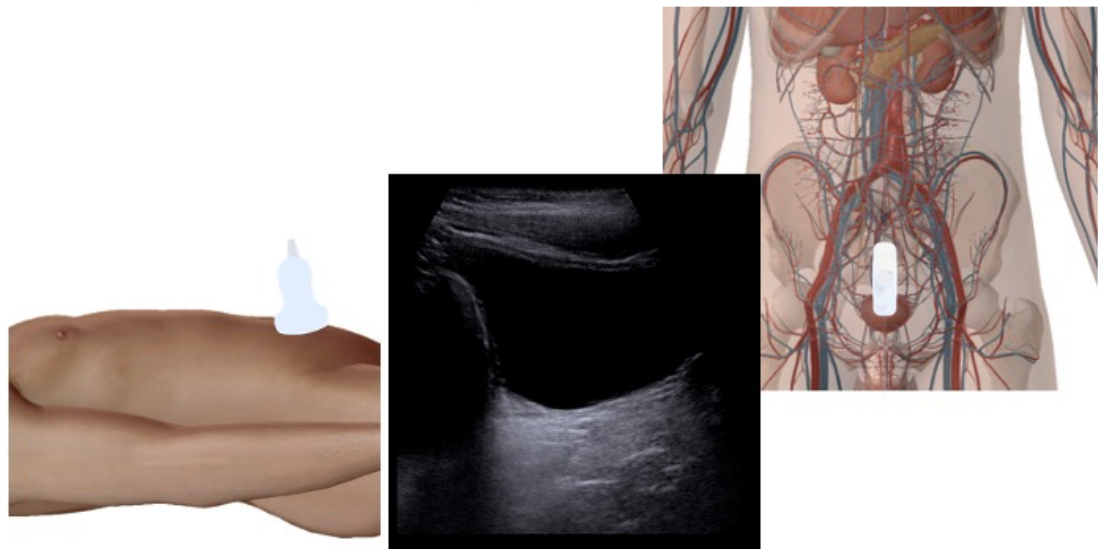


Figura 8: Plano longitudinal de la pelvis, estructuras y la posición del transductor (Imagen cedida por el Dr. Tedesco)

### LONGITUDINAL ABDOMEN SUPERIOR (PLANO VCI)



Figura 9: Plano longitudinal abdominal superior, estructuras y la posición del transductor (Imagen cedida por el Dr. Tedesco)

### TRANSVERSAL ABDOMEN SUPERIOR

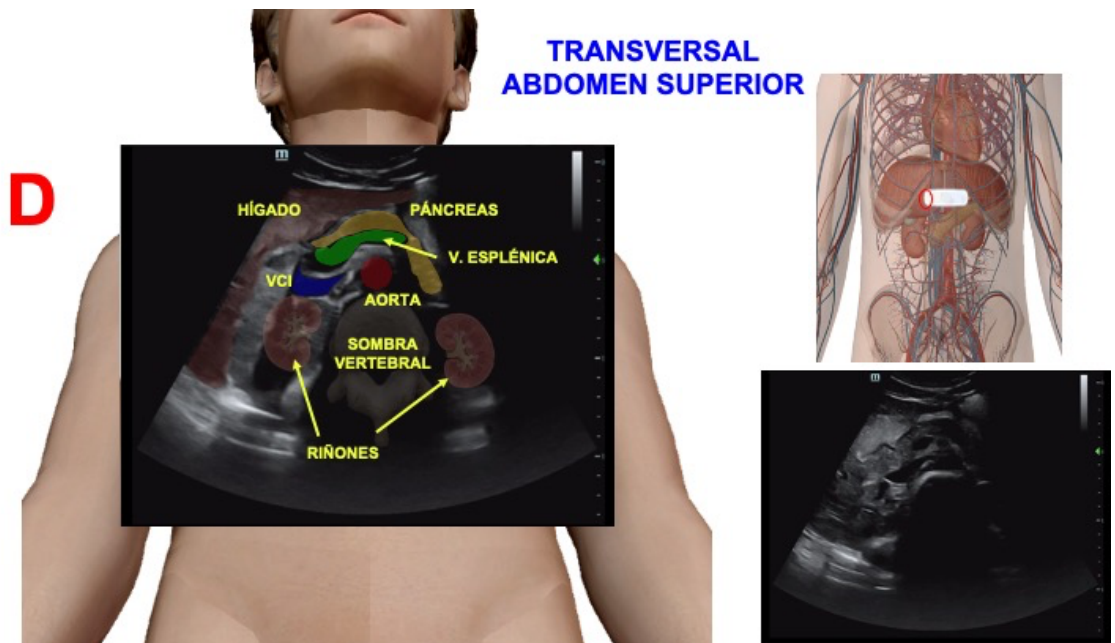
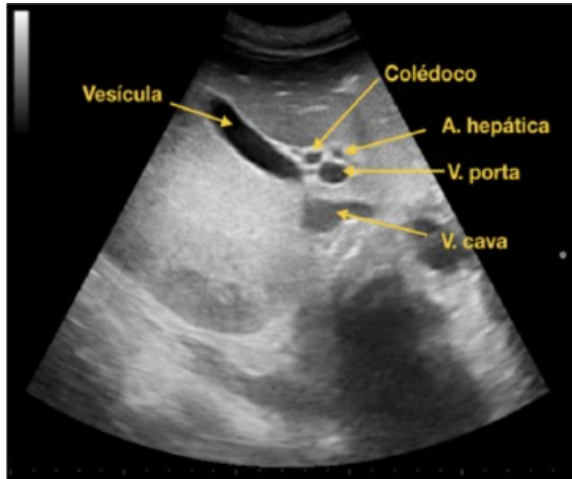


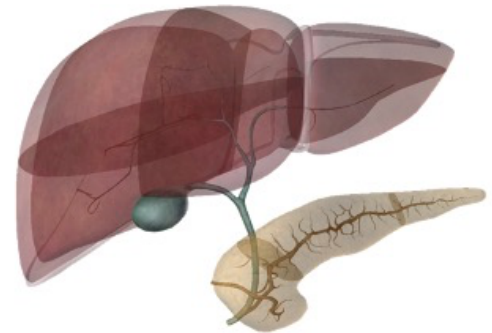
Figura 10: Plano transversal abdominal superior, estructuras y la posición del transductor (Imagen cedida por el Dr. Tedesco)

## SUBCOSTAL DERECHO



- VESÍCULA BILIAR NORMAL**
- Pared proximal <3 mm
  - Sin contenido
  - Sin líquido alrededor
  - Murphy ecográfico negativo

## VESÍCULA Y VÍA BILIAR



- VÍA BILIAR NORMAL**
- Intrahepática no visible
  - máx 7 mm en hilio hepático

Figura 11: Plano subcostal derecho, estructuras y la posición del transductor (Imagen cedida por el Dr. Tedesco)

## Plano subxifoideo

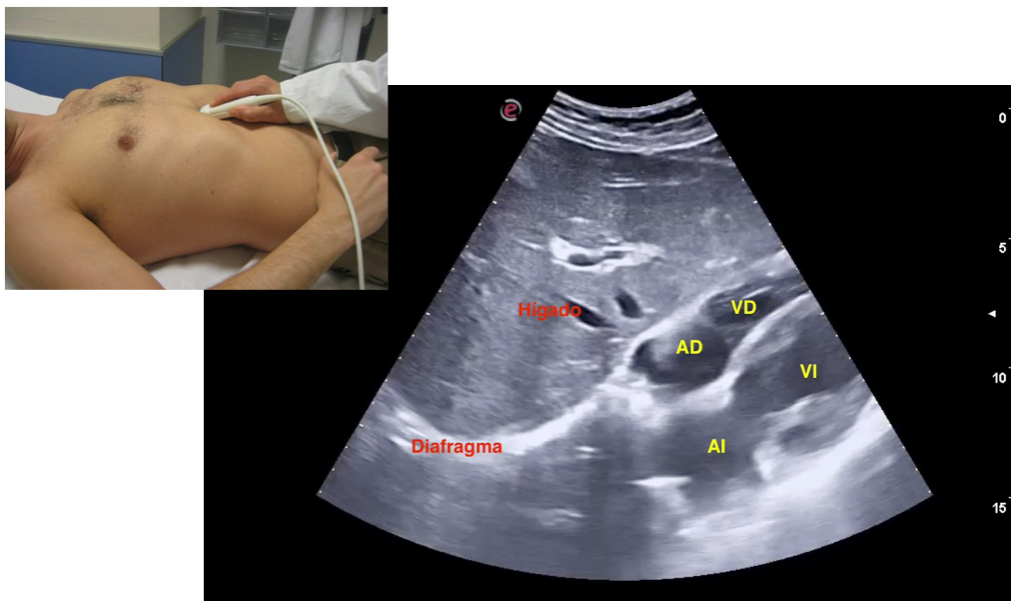


Figura 12: Plano denominado subxifoideo

## Plano paraesternal largo

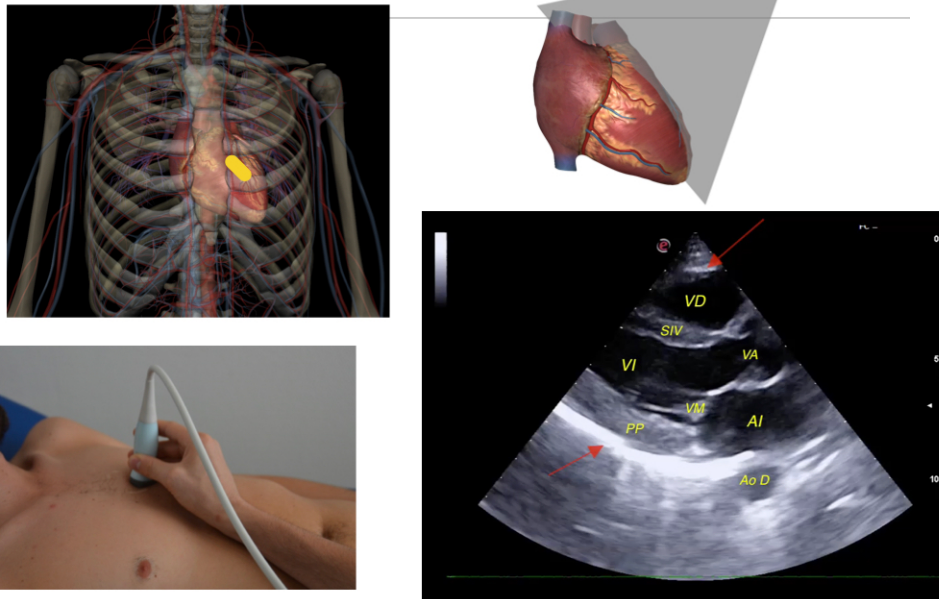


Figura 13: Plano de ecocardiografía denominado paraesternal largo.

## Plano paraesternal corto

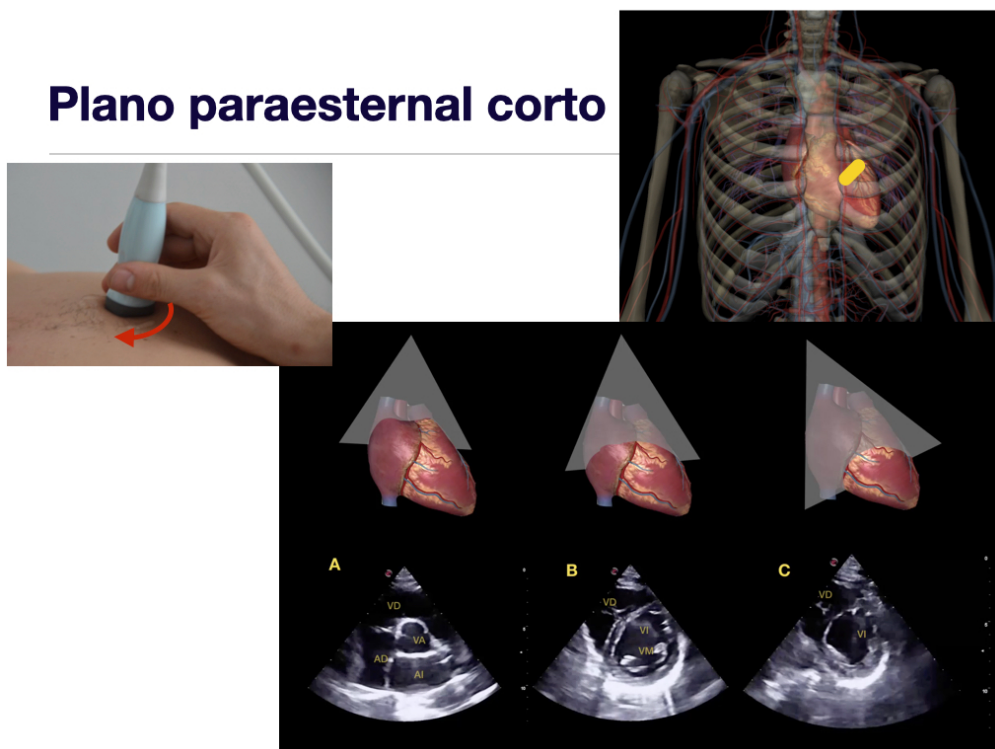


Figura 14: Plano de ecocardiografía denominado paraesternal corto.

## Plano apical 4 cámaras

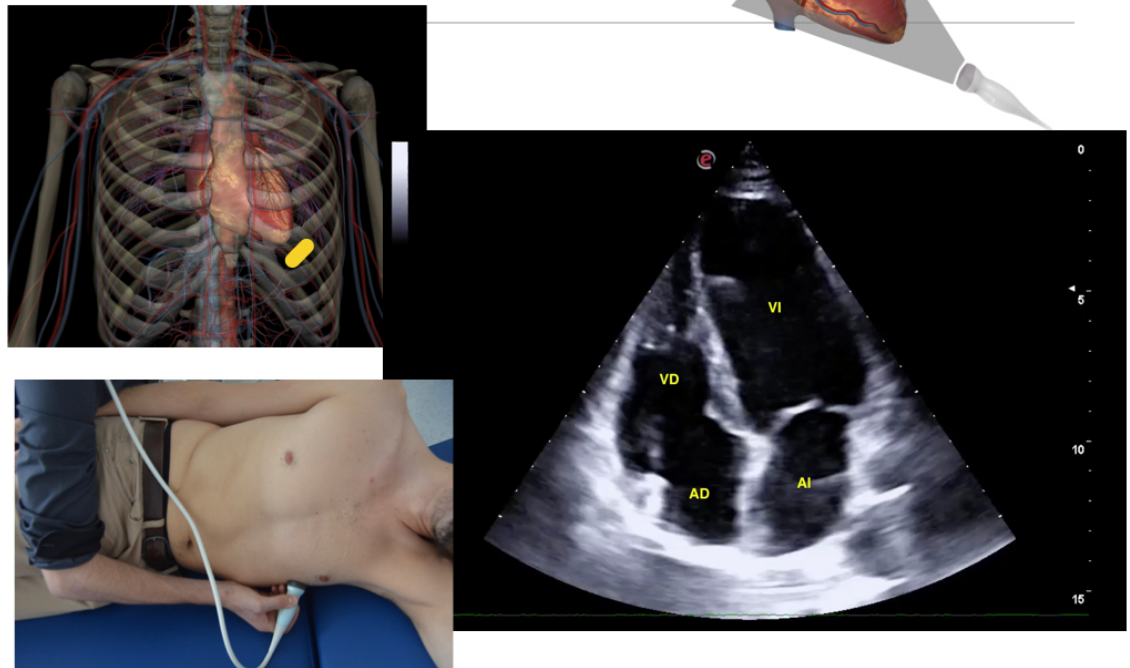


Figura 15: Plano de ecocardiografía denominado apical 4 cámaras.

### ***4.4.2.2. Segundo periodo (entrenamiento)***

Los alumnos se organizaron en grupos de ocho (cuatro alumnos por cada ecógrafo). En ese periodo acudía cada día un sólo mentor que actuaba de supervisor de todos los alumnos y solventaba las dudas.

Se pretendía que los alumnos practicasen de forma sistemática lo aprendido en la etapa anterior sobre el máximo número de sujetos sanos posible (al menos sus 7 compañeros ese día), aprendiendo a realizar los cortes básicos abdominales o cardiacos.

### ***4.4.2.3. Tercer periodo (consolidación)***

Organizamos a los alumnos de forma similar al periodo anterior a diferencia de que en este periodo la presencia del mentor es opcional. Se

pretendía que el alumno se focalice en mejorar la técnica por sí mismo y colabore con sus compañeros, tratando de optimizar sus tiempos de estudio.

Al finalizar los tres periodos de formación práctica se garantizaba que cada alumno realizase un mínimo de 15 horas de prácticas con el ecógrafo y al menos 20 estudios de ecografía abdominal o cardiaca básica con diferentes modelos anatómicos.

### 4.4.3. Fase III: Evaluación

Tras el periodo de formación, todos los alumnos fueron examinados en una estación de evaluación práctica englobada en el examen ECOE (Evaluación Clínica Objetiva Estructurada) de 4º año (ecografía abdominal) y de 5º año (ecocardiografía) (ECOE = OSCE: “Objective Structured Clinical Examination”)<sup>39, 41, 46</sup>.

Durante el examen práctico el alumno disponía de 8 minutos para realizar, en presencia de un examinador, los planos abdominales básicos enseñados sobre un sujeto sano previamente seleccionado por el profesorado y desconocido para alumnos y mentores.

Se adjudica una puntuación a cada alumno en base a la adecuación de los planos obtenidos y capacidad para identificar las estructuras abdominales y cardiacas (tablas 3 y 4). Puntuamos la correcta visualización e identificación de cada una de las estructuras abdominales y cardiacas de la siguiente manera:

- 1 punto (mal): el alumno no consigue el plano y, por tanto, no puede identificar las estructuras correspondientes.

- 2 puntos (regular): el alumno obtiene el plano, pero no identifica las estructuras correctamente, o consigue un plano defectuoso y la definición de las estructuras no es la adecuada.
- 3 puntos (bien): el alumno obtiene unos buenos planos e identifica correctamente las estructuras.

De esta forma, para la ecografía abdominal, la puntuación mínima que puede obtenerse es de 17 puntos y la máxima de 51 puntos y para la ecografía cardiaca, la puntuación mínima es de 17 puntos y la máxima de 48 puntos.

#### **4.4.3.1 Examinadores**

La evaluación práctica fue realizada por 4 médicos expertos en ecografía clínica que no tenían ningún tipo de vínculo o relación con los estudiantes y mentores.

Con el objeto de comprobar que los examinadores utilizaron criterios de evaluación similares realizamos un análisis de concordancia inter-observador múltiple independiente del ECOE en el que, de forma simultánea, los cuatro examinadores evaluaron con los mismos criterios a 15 alumnos adicionales.

## **4.5 Equipos ecográficos**

La formación práctica se llevó a cabo con dos ecógrafos MyLab25 GOLD (Esaote) (figura 16). Para la obtención de los planos abdominales utilizamos sondas convex (CA 541; 1-8 MHz) (figura 17) y para los planos cardiacos sondas sectoriales (Phased Array PA 240; 1-4 MHz) (figura 18), ambas de baja frecuencia. Todas las imágenes se obtuvieron en modo B, aunque, de forma opcional, el alumno podía utilizar el Doppler color.



**Figura 16. Ecógrafo Esaote MyLab 25 Gold**



**Figura 17. Sonda convex**



**Figura 7. Sonda sectorial**

## **4.6 Valoración del grado de satisfacción de los estudiantes**

Para valorar el grado de satisfacción de los alumnos en este sistema formativo se realizó una encuesta on-line entre los estudiantes que habían realizado el examen utilizando un formulario con 10 preguntas cerradas y 2 preguntas abiertas para contestar con texto libre.

## **4.7 Análisis estadístico**

Los datos cuantitativos se presentan como medias  $\pm$  desviación estándar y los cualitativos mediante proporciones y porcentajes. Para la comparación de medias con distribución normal se utilizó la prueba de la t de Student.

Para la valoración del nivel de concordancia inter-observador entre los examinadores realizamos el cálculo de coeficiente Kappa. Un coeficiente Kappa entre 0,41 y 0,60 se considera más que aceptable (moderado), entre 0,61 y 0,8 muy bueno (sustancial) y por encima de 0,81 es casi perfecto.

El análisis estadístico fue realizado con el programa SPSS versión 22 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

El estudio fue aprobado por el comité de investigación del Hospital Universitario Infanta Cristina (Parla, Madrid).

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Enseñanza de la ecografía abdominal básica

De la muestra inicial de 136 estudiantes que constituyen la totalidad de los alumnos de 4º curso de medicina completo y que, por tanto, eran candidatos para participar en el estudio, por diversas circunstancias 7 alumnos no se presentaron al examen. Esto representa un 5,1% de pérdidas. El análisis de los resultados se ha realizado sobre los 129 alumnos que se examinaron.

#### 5.1.1 Análisis de las calificaciones globales obtenidas por los alumnos

Las puntuaciones obtenidas por los alumnos en cada una de las 17 estructuras examinadas (escala de 1 a 3) las convertimos a una escala decimal, de forma que 17 puntos se corresponden con un 0 y 51 puntos con un 10. Los resultados quedan reflejados en la tabla 5.

La puntuación máxima obtenida fue de 10 puntos y la mínima de 1,47. La puntuación media obtenida ha sido de  $8,71 \pm 1,53$  y la mediana fue de 9,11. Tan sólo 2 alumnos (1,56%) obtuvieron una puntuación inferior a 5 y sólo 14 alumnos (10,86%) inferior a 7. Obtuvieron la máxima puntuación 33 alumnos (25,5%).

**Tabla 5. Calificaciones globales en escala decimal obtenidas por los alumnos (n = 129), con sus frecuencias absolutas y relativas.**

Notas	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia acumulada (%)
1,47	1	0,78%	0,78%
2,06	1	0,78%	<b>1,56%</b>
5,00	2	1,56%	3,11%
5,29	1	0,78%	3,89%
5,59	3	2,32%	6,21%
5,88	2	1,55%	7,76%
6,47	2	1,55%	9,31%
6,76	2	1,55%	<b>10,86%</b>
7,06	1	0,78%	11,64%
7,35	7	5,43%	17,07%
7,65	3	2,32%	19,39%
7,94	4	3,10%	22,49%
8,24	9	6,98%	29,47%
8,53	8	6,20%	35,67%
8,82	12	9,30%	44,97%
9,12	10	7,75%	52,72%
9,41	15	11,63%	64,35%
9,71	13	10,08%	74,43%
10,00	33	25,58%	100,00%
Total	129		

### 5.1.2 Análisis de las calificaciones obtenidas en la identificación de las estructuras anatómicas

El análisis de las calificaciones de cada una de las estructuras anatómicas de los diferentes cortes abdominales se ha realizado obteniendo los porcentajes de bien, regular y mal (3, 2 y 1 punto, respectivamente) para cada una de ellas (tabla 6).

Las estructuras que mejor han identificado los alumnos han sido el hígado, el riñón derecho y la vejiga urinaria, con un 97,7% de aciertos (“bien”). Las estructuras con peores resultados han sido las cavidades

cardíacas izquierdas y derechas en el corte subxifoideo, con un 53,5 y 55,8% de aciertos (“bien”), respectivamente.

**Tabla 6. Análisis de las calificaciones de las calificaciones de cada una de las estructuras anatómicas a identificar en los diferentes cortes abdominales**

CORTES Nº ítem	Frecuencias (absolutas y relativas)					
	Bien		Regular		Mal	
<b>A. CORTE CORONAL DERECHO</b>						
1. Identificación del hígado	126	97,7%	1	0,8%	2	1,6%
2. Identificación del riñón derecho	126	97,7%	1	0,8%	2	1,6%
3. Identificación de la fosa de Morrison	120	93,0%	5	3,9%	4	3,1%
4. Identificación del diafragma	93	72,1%	21	16,3%	15	11,6%
<b>B. CORTE CORONAL IZQUIERDO</b>						
5. Identificación del bazo	122	94,6%	3	2,3%	4	3,1%
6. Identificación del riñón izquierdo	123	95,3%	4	3,1%	2	4,7%
7. Identificación del receso espleno-renal	117	90,7%	7	5,4%	5	3,9%
8. Identificación del diafragma	83	64,3%	25	19,4%	21	16,3%
<b>C. CORTES DE LA PELVIS</b>						
9. Identificación de la vejiga urinaria	126	97,7%	2	1,6%	1	0,8%
<b>D. CORTE SUBXIFOIDEO</b>						
10. Identificación de cavidades cardíacas derechas	72	55,8%	30	23,3%	27	20,9%
11. Identificación de cavidades cardíacas izquierdas	69	53,5%	32	24,8%	28	21,7%
<b>E. CORTE LONGITUDINAL DEL EPIGASTRIO</b>						
12. Identificación del lóbulo hepático izquierdo	111	86,0%	11	8,5%	7	5,4%
13. Identificación de vena cava inferior	109	84,6%	10	7,8%	10	7,8%
<b>F. CORTE SUBCOSTAL DERECHO</b>						
14. Identificación de venas suprahepáticas	99	76,7%	14	10,9%	16	12,4%
15. Identificación de vena porta	90	69,8%	18	14,0%	21	16,3%
16. Identificación de vesícula biliar	111	86,0%	3	2,3%	15	11,6%
<b>G. CORTE TRANSVERSAL DEL MESOGASTRIO</b>						
17. Identificación de aorta abdominal	115	89,1%	10	7,8%	4	3,1%

### 5.1.3. Análisis de las calificaciones agrupadas por planos abdominal básicos

Hemos realizado un análisis de las calificaciones de cada uno de los planos abdominales básicos teniendo en cuenta el número de estructuras anatómicas de cada uno de ellos y la puntuación obtenida en los mismos. Calculamos una nota máxima de 10 para cada plano (tabla 7).

**Tabla 7. Análisis de las calificaciones de los alumnos (n = 129) según los planos abdominales básicos**

Notas	Planos ecográficos						
	Coronal derecho	Coronal izquierdo	Pelvis	Subxifoideo	Longitudinal epigastrio	Subcostal derecho	Transversal mesogastrio
0,0-2,4	2 (1,6%)	2 (1,6%)	1 (0,8%)	27 (20,9%)	7 (5,4%)	6 (4,7%)	4 (3,1%)
2,5-4,9	1 (0,8%)	3 (2,3%)	0 (0%)	1 (0,8%)	2 (1,6%)	11 (8,5%)	0 (0%)
5,0-7,4	2 (1,6%)	5 (3,9%)	2 (1,6%)	29 (22,5%)	2 (1,6%)	24 (18,6%)	10 (7,8%)
7,5-10,0	124 (96,1%)	119 (92,2%)	126 (97,7%)	72 (55,8%)	118 (91,5%)	88 (68,2%)	115 (89,1%)
Media	<b>9,28 ± 1,58</b>	<b>9,00 ± 1,88</b>	<b>9,85 ± 1,07</b>	<b>6,67 ± 4,02</b>	<b>8,93 ± 2,53</b>	<b>8,20 ± 2,74</b>	<b>9,30 ± 2,14</b>

Los planos ecográficos en los que los alumnos obtuvieron mejores resultados fueron el transversal y longitudinal de la pelvis y el coronal derecho (notas medias de  $9,8 \pm 1$  y de  $9,28 \pm 1,5$ , con un porcentaje de alumnos con notas  $\geq 7,5$  del 97,7% y del 92,1%, respectivamente).

Los planos ecográficos con peores resultados fueron el subxifoideo y el subcostal derecho (notas medias de  $6,6 \pm 4$  y de  $8,2 \pm 2,7$ , con un porcentaje de alumnos con notas  $\geq 7,5$  del 55,8 % y del 68,2 %, respectivamente).

### 5.1.4 Análisis del nivel de concordancia entre los diferentes examinadores

Debido a la necesidad de realizar el examen práctico en una única jornada a 129 alumnos empleamos a 4 examinadores con experiencia en ecografía clínica. Como comentamos anteriormente diseñamos un análisis de

concordancia inter-observador múltiple. La fuerza de concordancia fue más que aceptable o sustancial entre la mayoría de los examinadores, con coeficientes kappa comprendidos entre 0,47 y 0,72 (tabla 8).

	Examinador 1	Examinador 2	Examinador 3
Examinador 2	0,54		
Examinador 3	0,72	0,47	
Examinador 4	0,61	0,65	0,58

**Tabla 8. Evaluación de la concordancia (coeficiente kappa) entre los cuatro examinadores**

## 5.2 Enseñanza de los planos ecocardiográficos básicos

De la muestra inicial de 126 estudiantes que constituyen la totalidad de los alumnos de 5º curso de medicina completo y que, por tanto, eran candidatos para participar en el estudio, por diversas circunstancias 7 alumnos no se presentaron al examen. Esto representa un 5,5% de pérdidas. El análisis de los resultados se ha realizado sobre los 119 alumnos que se examinaron.

### 5.2.1 Análisis de las calificaciones globales obtenidas por los alumnos

Las puntuaciones obtenidas por los alumnos en cada una de las 16 estructuras examinadas (escala de 1 a 3) se convirtieron a una escala decimal, de forma que 16 puntos se corresponden con un 0 y 48 puntos con un 10 (tabla 9).

La puntuación máxima obtenida fue de 10 puntos y la mínima de 0,31. La puntuación media obtenida ha sido de  $8,66 \pm 1,98$  y la mediana fue de 9,69. Tan sólo 10 alumnos (8,4%) obtuvieron una puntuación inferior a 5 y 15 (12,61%) inferior a 7. Obtuvieron la máxima puntuación 50 alumnos (42,02%).

Notas	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia acumulada (%)
0,31	1	0,84%	,84%
0,63	1	0,84%	1,68%
3,75	2	1,68%	3,36%
4,06	1	0,84%	4,20%
4,38	3	2,52%	6,72%
4,69	2	1,68%	<b>8,40%</b>
5,31	1	0,84%	9,24%
5,63	2	1,68%	10,92%
5,94	2	1,68%	<b>12,61%</b>
7,19	5	4,20%	16,81%
7,50	7	5,88%	22,69%
7,81	3	2,52%	25,21%
8,13	1	0,84%	26,05%
8,44	3	2,52%	28,57%
8,75	13	10,92%	39,50%
9,06	6	5,04%	44,54%
9,38	5	4,20%	48,74%
9,69	11	9,24%	57,98%
10,00	50	42,02%	100,00%
<b>Total</b>	<b>119</b>		

Tabla 9. Calificaciones globales en escala decimal obtenidas por los alumnos (n = 119), con sus frecuencias absolutas y relativas.

## 5.2.2 Análisis de las calificaciones obtenidas en la identificación de las estructuras anatómicas

El análisis de las calificaciones de cada una de las estructuras anatómicas de los diferentes planos ecocardiográficos se ha realizado obteniendo los porcentajes de “bien”, “regular” y “mal” (3, 2 y 1 punto, respectivamente) para cada una de ellas (tabla 10).

Los planos en los que mejor se han identificado las estructuras se corresponden con el paraesternal eje largo (ventrículos izquierdo y derecho, aurícula izquierda, arteria aorta y válvula mitral) y paraesternal eje corto (ventrículo izquierdo y derecho y válvula mitral). La estructura con mayor porcentaje de identificaciones correctas (“bien”) es el ventrículo izquierdo en el plano paraesternal eje corto con un 89,9% de aciertos. Las estructuras con peores resultados han sido las válvulas tricúspide y mitral en el corte subxifoideo, con un 72,3% y 69,7% de aciertos (“bien”), respectivamente.

CORTES Nº ítem	Frecuencias (absolutas y relativas)					
	Bien	Regular	Mal			
<b>A. CORTE SUBXIFOIDEO</b>						
1. Identificación de AD y VD	90	75,6%	18	15,1%	11	9,2%
2. Identificación de AI y VI	91	76,5%	17	14,3%	11	9,2%
3. Identificación de válvula tricúspide	86	72,3%	20	16,8%	13	10,9%
4. Identificación de válvula mitral	83	69,7%	24	20,2%	12	10,1%
<b>B. CORTE PARAESTERNAL EJE LARGO</b>						
5. Identificación del VI	99	83,2%	16	13,4%	4	3,4%
6. Identificación del VD	100	84%	13	10,9%	6	5%
7. Identificación de AI	100	84%	13	10,9%	6	5%
8. Identificación de la arteria aorta	98	82,4%	17	14,3%	4	3,4%
9. Identificación de la válvula mitral	103	86,6%	12	10,1%	4	3,4%
<b>C. CORTE PARAESTERNAL EJE CORTO</b>						
10. Identificación del VD	100	84%	14	11,8%	5	4,2%
11. Identificación del VI	107	89,9%	7	5,9%	5	4,2%
12. Identificación de la válvula mitral	99	83,2%	18	15,1%	2	1,7%
<b>D. CORTE APICAL 4 CÁMARAS</b>						
13. Identificación de AD y VD	87	73,1%	24	20,2%	8	6,7%
14. Identificación de AI y VI	87	73,1%	24	20,2%	8	6,7%
15. Identificación de la válvula tricúspide	89	74,8%	23	19,3%	7	5,9%
16. Identificación de la válvula mitral	88	73,9%	23	19,3%	8	6,7%

**Tabla 10. Análisis de las calificaciones de las calificaciones de cada una de las estructuras anatómicas a identificar en los diferentes cortes ecocardiográficos**

### 5.2.3 Análisis de las calificaciones agrupadas por planos ecocardiográficos básicos

Se ha realizado un análisis de las calificaciones de cada uno de los planos ecocardiográficos básicos teniendo en cuenta el número de estructuras anatómicas de cada uno de ellos y la puntuación obtenida en los mismos. Se ha fijado una nota máxima de 10 para cada plano (tabla 11).

Los planos ecocardiográficos en los que los alumnos obtuvieron mejores resultados fueron el paraesternal eje largo y paraesternal eje corto, con notas medias de  $9,12 \pm 2,09$  y de  $9 \pm 2,31$  con un porcentaje de alumnos con notas  $\geq 7,5$  del 89,9% y del 84,9%, respectivamente.

Los planos ecocardiográficos con peores resultados fueron el subxifoideo y el apical cuatro cámaras, con notas medias de  $8,18 \pm 3,14$  y de  $8,36 \pm 2,94$  con un porcentaje de alumnos con notas  $\geq 7,5$  del 78,2% y del 74,8%, respectivamente.

### Cortes ecocardiográficos

Notas*	Subxifoideo	Paraesternal eje largo (longitudinal)	Paraesternal eje corto (transversal)	Apical cuatro cámaras
[0,0-2,5]	11 (9,2%)	4 (3,4%)	4 (3,4%)	8 (6,7%)
[2,5-5,0]	1 (0,8%)	3 (2,5%)	2 (1,7%)	0 (0%)
[5,0-7,5]	14 (11,8%)	11 (9,2%)	6 (5%)	22 (18,5%)
[7,5-10]	93 (78,2%)	101 (84,9%)	107 (89,9%)	89 (74,8%)
<b>Media</b>	<b>8,18 ± 3,14</b>	<b>9 ± 2,31</b>	<b>9,12 ± 2,09</b>	<b>8,36 ± 2,94</b>
* Las notas se expresan por intervalos, y para cada uno de ellos las frecuencias absolutas en números enteros y las frecuencias relativas en porcentajes				

Tabla 11. Análisis de las calificaciones de los alumnos (n = 119) según los planos ecocardiográficos básicos

## 5.2.4 Análisis estadístico comparativo del plano subxifoideo con estudio previo

En el curso académico anterior a estos mismos estudiantes (entonces en 4º curso) se les enseñó ecografía abdominal básica con la misma metodología. Uno de los planos abdominales instruido y evaluado fue el subxifoideo en el que también debían identificar las cavidades derechas e izquierdas del corazón. En el ECOE de 4º curso en ese plano los alumnos obtuvieron la peor calificación con respecto al resto de los planos:  $6,6 \pm 4$  (n=129). Este mismo plano coincide con el evaluado en este estudio con los mismos criterios por parte de los examinadores y cuya calificación media en el ECOE de 5º curso ha sido de  $8,1 \pm 3$ , significativamente mejor que en el curso anterior ( $p < 0,001$ ).

## 5.3 Grado de satisfacción de los estudiantes

Tras el ECOE de los alumnos de 5º (curso académico 2015-16) y tras haber sido completada la formación de la ecografía abdominal y cardiaca, se envió una encuesta de satisfacción a 126 alumnos (Anexo 1). Contestaron a la misma 52 (41.2%), los cuales puntuaron la calidad global del curso con una nota de  $8,92 \pm 1,20$  sobre 10. El 100% de los alumnos afirmaron que el método de formación fue adecuado y suficiente para superar satisfactoriamente el examen final, dando una valoración global de los formadores de  $9,34 \pm 0,92$  sobre 10.

El 86,53% de los alumnos puntuó con más de un 8 sobre 10 el grado en que el curso les ayudó a comprender los aspectos técnicos, anatómicos y fisiológicos de la ecografía y el 94,23% querría profundizar en el aprendizaje de esta técnica.

Un 80,76% de los alumnos se consideró capaz de actuar como formador en cursos sucesivos, con un 78,94% de alumnos a los que les gustaría actuar como formadores de sus compañeros de cursos inferiores.



## 6. DISCUSIÓN

### 6.1 Sobre el sistema de enseñanza

En la profesión médica se han probado numerosos métodos de enseñanza. El más clásico se basa en las clases magistrales en las que los profesores imparten lecciones puramente teóricas y los alumnos deben aprender los conocimientos desarrollados en clase. Este método era el predominante en las enseñanzas de las ciencias básicas de la formación médica, pero presenta evidentes carencias para los conocimientos y habilidades relacionadas con el diagnóstico, la clínica y las habilidades quirúrgicas.

Sin embargo, existen otros métodos entre los que destacan la mentoría paritaria, la enseñanza interprofesional (los estudiantes pertenecen a diferentes profesiones y reciben una misma asignatura de aprendizaje) y la enseñanza mediante simuladores, fundamental para las habilidades que precisan de cierta pericia técnica<sup>47, 53, 54</sup>.

Cuando nos centramos específicamente en la mentoría paritaria en relación con la enseñanza médica podemos comprobar que no es algo nuevo. Hay datos en la literatura desde 1944 y se siguen aplicando en algunas universidades españolas (Cádiz, Autónoma y Complutense de Madrid) para impartir, por ejemplo, las prácticas en asignaturas como anatomía. En ellas un grupo pequeño de estudiantes (delegados o jefes de mesa) se forma en el contenido de una práctica para después en semanas sucesivas impartir dicha lección a un grupo reducido de estudiantes. Este sistema es eficaz ya que se realiza en grupos pequeños y dinámicos y además existe complicidad y cercanía entre alumnos, más difícil de conseguir entre el profesor y los estudiantes.

Es evidente que la cantidad de habilidades que deben aprender los estudiantes de medicina es amplia, mientras que el profesorado suele ser escaso. Este es un escollo importante que puede paliarse si se implica al alumnado en la docencia como hemos demostrado en este estudio y también en algunos otros<sup>55-58</sup>. No obstante, para cumplir los objetivos es muy importante seleccionar la técnica que se va a enseñar y su utilidad clínica<sup>46, 51, 59, 60</sup>. En ese sentido, nosotros hemos seleccionado una serie de planos básicos (abdominales y cardiacos) necesarios en la mayoría de los protocolos clínicos basados en la ecografía.

También es importante la selección de los mentores, que deben tener motivación, empatía y capacidad comunicativa <sup>47</sup>. En nuestro estudio, los mentores se presentaron de forma voluntaria y desinteresada una vez explicado el proyecto, que además sirvió como trabajo de fin de grado para seis de ellos.

Recientemente Hernández Coliñir y cols<sup>61</sup>, en una revisión sistemática (47 trabajos incluidos), han analizado las características y el impacto del aprendizaje tipo PAL (“peer-assisted learning”). Las principales conclusiones han sido las siguientes:

- Las ventajas sobre el rendimiento académico no son concluyentes en 11 de los 47 estudios incluidos. En nuestro estudio los estudiantes adquirieron los objetivos de conocimiento propuestos, tal y como se pudo demostrar en el ECOE.
- Es infrecuente la evaluación objetiva mediante ECOE o sistema similar, lo que dificulta el análisis de los resultados.

- El planteamiento de nuestro estudio va en consonancia con los estudios revisados y se basan en conocimientos aprendidos que son complementarios al currículo formal oficial. Creemos que esto se debe al desconocimiento o la falta de apoyo por parte de las instituciones docentes a dar cabida a objetivos curriculares no contemplados en las guías docentes oficiales.
- La mayoría de las actividades formativas analizadas tenían un periodo de aprendizaje corto con menos de una sesión a la semana y duración menor a un semestre. Nuestro trabajo ha sido bastante más complejo y elaborado, y se ha extendido a lo largo de todo el curso académico, en parte debido al escaso número de ecógrafos disponibles.
- Existe una gran heterogeneidad con respecto a los programas formativos tipo PAL

## 6.2 Sobre la enseñanza de la ecografía

Para poder adquirir algunas habilidades que nos ayuden a ejercer la medicina es necesario disponer inicialmente de unos conocimientos básicos (la parte teórica) y una experiencia práctica. Nuestra experiencia con los estudiantes es que tras una formación teórica es necesario un periodo de formación práctico, fundamental para el correcto aprendizaje de la ecografía. En este sentido existen una serie de recomendaciones por parte de la Federación Europea de Sociedades de Ecografía para medicina y biología estableciendo niveles de formación que siempre incluyen teoría y práctica. De los tres niveles de formación a los que hace referencia esta sociedad, todos los estudios realizados con alumnos corresponderían a un nivel 1 (básico)<sup>62</sup>.

Existen numerosas referencias bibliográficas que admiten un hecho prácticamente irrefutable, la ecografía es una técnica que se ha convertido en el estándar del cuidado de los pacientes para técnicas invasivas (canalización de las vías centrales y las vías periféricas, toracocentesis, paracentesis, pericardiocentesis), respuesta a fluidoterapia y monitorización y seguimiento de enfermos inestables<sup>63-65</sup>. Además la ecografía clínica recientemente se ha incluido dentro del currículo formativo de residentes y facultativos de medicina de múltiples especialidades<sup>66-70</sup>. Muy probablemente esta técnica deba introducirse a lo largo de la carrera de medicina, como se está haciendo ya en múltiples universidades, especialmente en Estados Unidos y Alemania<sup>39,71</sup>.

Como sucede con cualquier técnica, hay suficientes evidencias que avalan la posibilidad de aprender aspectos concretos de la ecografía para personal sanitario no médico y paramédico, como puede ser el caso de astronautas o personas en lugares sin capacidad para acceso sanitario. Además, para aspectos seleccionados, el periodo de formación puede ser muy corto<sup>52</sup>.

### **6.3 Sobre el método de enseñanza en ecografía clínica en pregrado**

La primera referencia literaria de la que disponemos es en 2008 en la universidad de Wayne en un artículo publicado por Rao y colaboradores<sup>72</sup> en el que desarrollan un estudio piloto de enseñanza de ecografía para estudiantes de medicina con unos resultados que se presentaron ya como prometedores en aquella época.

Posteriormente se han ido publicando estudios sobre este sistema de enseñanza de ecografía en las facultades de medicina en diferentes partes del mundo. En este sentido destaca Estados Unidos. En la mayoría de las universidades se constata la importancia de la técnica y la dificultad para su

implantación relacionada fundamentalmente con la escasez de formadores, la necesidad de inversión en equipos y el elevado número de alumnos<sup>73-76</sup>. Por estos motivos se han probado con buenos resultados sistemas de enseñanza alternativos a los tradicionales como el del estudio RESOLUTE<sup>77</sup>, que se basa en adiestrar a 33 personas reclutadas de entre el personal de enfermería de unidades de cuidados intensivos. Tras recibir mediante un sistema de videoconferencia la formación teórica, un instructor con un sistema a distancia teledirigía al participante para obtener imágenes de ecografía cardiaca sobre un simulador de alta fidelidad.

Es evidente que para formar a un número muy elevado de alumnos en ecografía es necesario buscar fórmulas alternativas tal y como hemos demostrado en nuestro estudio basado en la mentoría paritaria. Sólo con formas parecidas a las nuestras es posible adiestrar a cursos completos de alumnos (más de 100 estudiantes por curso).

Otro de los aspectos para tener en cuenta es que dentro de las múltiples valoraciones que se pueden llevar a cabo con la ecografía (ecografía musculoesquelética, ecografía abdominal, ecografía urinaria, ecografía cardiaca, ecografía retiniana, ecografía doppler vascular, etc.) el alumno de pre-grado debe aprender técnicas básicas que no precisen la intervención de profesionales con dilatada experiencia <sup>75</sup>. Ese ha sido precisamente nuestro objetivo al enseñar planos básicos de la ecografía abdominal y cardiaca. También se podría haber incluido en nuestro estudio la ecografía pulmonar que, desde el punto de vista técnico, es muy sencilla y que hemos incluido con posterioridad para los alumnos de sexto curso.

## **6.4 Sobre la seguridad de la técnica**

Un aspecto a tener en cuenta durante el proceso de aprendizaje de una técnica es la seguridad tanto para el paciente como para el alumno,

especialmente si se trata de procedimientos invasivos. En el caso de las pruebas de imagen, preocupa el riesgo de las radiaciones ionizantes. La ecografía es una técnica muy segura que no implica riesgo durante el aprendizaje para el alumno y el instructor. Quizás el único posible efecto secundario de la ecografía es la transformación de las ondas sonoras en calor cuando se atenúan al atravesar los tejidos. Sin embargo, este fenómeno físico es irrelevante con las frecuencias utilizadas en nuestras sondas. En nuestro estudio los modelos han sido los propios alumnos que han aprendido la técnica.

## **6.5 Sobre los resultados y la integración en el currículo universitario**

Con nuestro sistema de enseñanza un porcentaje muy alto de alumnos han sido capaces de realizar correctamente los planos abdominales y ecocardiográficos e identificar las estructuras anatómicas propuestas. Estos resultados apuntan a una curva de aprendizaje relativamente corta para los objetivos planteados y una efectividad y eficiencia patente del sistema formativo de mentoría. Los planos ecográficos más difíciles de conseguir por parte de los alumnos han sido el subxifoideo y el plano apical cuatro cámaras. No obstante, como se ha podido constatar en el análisis estadístico, las puntuaciones han sido buenas. Un aspecto llamativo es que cuando valoramos la enseñanza de los planos ecográficos abdominales básicos a los alumnos de 4º curso la nota del plano subxifoideo fue llamativamente baja ( $6,6 \pm 4$ ) con respecto al resto de los planos. Un año después, con mayor número horas de práctica y mayor experiencia acumulada la nota en este mismo plano subió sustancialmente ( $8,3 \pm 3$ ). Como sucede con cualquier técnica, es evidente la importancia del número de horas de prácticas para dominar el procedimiento.

La ecografía clínica “a pie de cama” cada vez está adquiriendo mayor importancia tanto en Atención Primaria como Especializada (medicina interna, urgencias, cuidados intensivos, anestesia, etc.) y ya hay estudios en los que se demuestra claramente cómo mejora la rentabilidad diagnóstica con respecto a la forma tradicional de valorar a los enfermos<sup>78</sup>. Al ser una técnica operador-dependiente, es de vital importancia impulsar su formación desde etapas cada vez más precoces, pudiendo ser enseñada durante el pregrado.

Como ya se ha comentado con anterioridad, la enseñanza de la ecografía se está implantando de forma progresiva en las facultades de medicina de numerosas universidades, especialmente en Estados Unidos. En la encuesta nacional realizada en este país sobre la formación en ecografía a los estudiantes de medicina de 134 universidades<sup>45</sup>, respondieron a la misma el 61,2% (82 centros). De ellos en algo más de la mitad de los mismos se incluía algún tipo de enseñanza en ecografía, especialmente durante el tercer curso académico. Todos los centros encuestados consideraban que la ecografía debía formar parte del programa docente, aunque sólo para unos pocos constituía una prioridad. Entre las dificultades para implantar la ecografía en el programa formativo estaban la enorme cantidad de materias impartidas, el coste y la necesidad de mantenimiento de los equipos, el número de alumnos y la escasez de docentes cualificados. Desde nuestro punto de vista, la mayoría de estas dificultades se podría solucionar implantando un sistema de enseñanza parecido al nuestro.

En algunas universidades de Estados Unidos se ha implantado la enseñanza de la ecografía de forma rigurosa, como en Ohio y Carolina del Sur<sup>41,71</sup> con excelentes resultados y satisfacción por parte de los alumnos. En Ohio, la formación en ecografía se centra en el último curso académico e incluye los aspectos más relevantes de la ecografía clínica o POCUS (“point of care ultrasound”) como son la ecografía abdominal, cardiaca, pulmonar,

ocular y la valoración del sistema venoso profundo de las extremidades inferiores. El sistema de enseñanza era parecido al nuestro, con bloques teóricos que se alternaban con prácticas realizadas entre los propios alumnos. Para la valoración de las competencias adquiridas utilizaban un sistema de evaluación objetivo similar al nuestro denominado B-QUIET<sup>79</sup> en el que se puntuaba la identificación de la estructura anatómica, la técnica de obtención de la imagen (ganancia, profundidad y resolución) y la identificación y orientación de los planos. En general los alumnos obtenían excelentes calificaciones, tal y como ha sucedido en nuestro estudio.

En la Universidad de Carolina del Sur<sup>71</sup>, la enseñanza de la ecografía se integra en el currículo académico en todos los cursos de forma longitudinal y abarcaba múltiples materias (anatomía, fisiología, fisiopatología, propedéutica -exploración física ecográfica-, pediatría, medicina interna, cirugía, cardiología, medicina de urgencias, etc.). Este sistema de enseñanza “longitudinal” de la ecografía a lo largo del proceso de aprendizaje desde el primer al último curso es posiblemente el más completo (óptimo) pero supone un auténtico reto organizativo<sup>80</sup>. Es mucho más sencillo el aprendizaje basado en cursos transversales con objetivos más concretos y con la posibilidad de hacerlo opcional a grupos reducidos de alumnos. Consideramos esencial la enseñanza de la ecografía a todos los alumnos.

También es digno de señalar el “entusiasmo” de los estudiantes por materias tan complejas como la anatomía cuando en la misma se intercala la visualización ecográfica de las estructuras<sup>81</sup>.

En nuestro estudio demostramos que alumnos (mentores), formados inicialmente por médicos con experiencia en ecografía clínica, pueden enseñar la obtención de los planos ecográficos básicos y la identificación de estructuras posteriormente a otros compañeros con excelentes resultados.

Este método de enseñanza que puede permitir implantar la docencia de ecografía, y probablemente también otras habilidades prácticas, a grandes grupos de alumnos reduciendo la necesidad de recursos (personal, tiempo, equipos, etc.). Ya se han publicado experiencias similares en otros trabajos<sup>43,46,51,59,82</sup>.

## **6.6 Consideraciones prácticas sobre la integración de la ecografía en el grado de medicina**

En este punto es importante plantear bajo que asignatura o asignaturas se va a desarrollar el programa formativo de ecografía. Si optamos por un modelo longitudinal, este debería ser incluido dentro de asignaturas pre-clínicas como Anatomía y Fisiología, pero también en asignaturas clínicas como Radiología, Medicina Interna, Cirugía y Obstetricia/Ginecología. En los modelos transversales, la propuesta mas aceptada dentro de las revisiones existentes es aquella en la que la ecografía se encuentra dentro del paraguas de la medicina interna<sup>75</sup>.

Es conveniente tener las siguientes consideraciones:

### **6.6.1 Definir unos objetivos y contenidos razonablemente equilibrados para los estudiantes**

Dentro del currículo de un estudiante de medicina hay un alto número de competencias médicas que deben adquirir antes de acabar la formación de pre-grado. Si a este dato le sumamos el elevado número de horas que precisan completar fuera del horario lectivo clásico y las horas de prácticas que deben cumplir, introducir la ecografía como parte de su formación conllevaría sacrificar contenido ya establecido en su formación o ajustar la formación a lo meramente imprescindible para adquirir los conocimientos sobre esa habilidad. Celebi et al<sup>75</sup> proponen dar prioridad a aquellas ramas de la ecografía que guarden relación con la emergencia médica y el paciente crítico.

En este sentido los planos básicos relacionados con la ecografía clínica o POCUS son los más adecuados. Nosotros hemos enseñado los planos básicos abdominales y cardiacos, que deberían ser completados con la ecografía pulmonar y vascular. Estos planos constituyen además la base de la sistematización de la ecografía multiórgano como complemento de la exploración física tradicional y forman parte de la mayoría de los protocolos ecográficos en el ámbito de la urgencia y el paciente crítico (FAST, RUSH, BLUE, etc.).

Las técnicas ecográficas más complejas deberían plantearse en el ámbito de la residencia de cada una de las especialidades. En este apartado podríamos incluir la ecografía tiroidea, ginecológica, ocular o músculo – esquelética.

En caso de optarse por un sistema formativo longitudinal donde los conocimientos se van adquiriendo desde las asignaturas pre-clínicas, con una bolsa de horas de prácticas formativas mayor a las del modelo transversal, se podrían adquirir mayores conocimientos y de una manera más estructurada. Además, el proceso de aprendizaje es más “natural”. Comenzaría con los conceptos básicos de la ecografía y poco a poco iría introduciendo conocimientos anatómicos y fisiológicos. Al llegar a las asignaturas clínicas se podría profundizar de forma sustancial en la ecografía aplicada.

### **6.6.2 Establecer el tiempo formativo para los estudiantes**

En este apartado comparamos la diferencia entre nuestra propuesta con el número de horas formativas con respecto a los diferentes sistemas establecidos en otras universidades internacionales.

En cuanto al apartado teórico, en el presente trabajo a los estudiantes se les remitía a una plataforma virtual docente donde como ítem imprescindible era necesario la realización de un curso online certificado de manera orientativa en 100 horas de trabajo, aunque en la realidad se podía realizar en menos tiempo del establecido y distribuido en un total de 9 módulos que abarcaban desde los fundamentos de la ecografía a las diferentes secciones entre las que se incluyen el protocolo FAST, la ecografía cardiaca, la ecografía pulmonar, la exploración abdominal multiórgano y la ecografía vascular para la localización de trombosis y aneurismas. Por el contrario, en las revisiones realizadas por Celebi et al<sup>75</sup> en diferentes universidades americanas, los docentes entregaban una literatura que se describía como revisable de media según la universidad en unos noventa minutos de duración aproximada. En otras universidades los tiempos dedicados a la formación teórica eran más amplios<sup>80</sup>. Obviamente, los tiempos dependen en gran medida del número y calidad de contenidos incluidos.

En cuanto a la parte práctica, en este estudio se aboga por la realización de un seminario práctico donde los alumnos aprenden por un lado los planos de la ecografía abdominal y en otro seminario los planos ecocardiográficos con un total de cinco horas. Sin embargo, es imprescindible a posteriori realizar un mínimo de veinte ecografías abdominales y cardiacas adicionales. En algunas universidades americanas el tiempo dedicado a las prácticas es menor, unas doce horas repartidas en 3 seminarios y prácticas con tutores que abarcan una duración media de entre diez y veinte horas. Glass et al<sup>80</sup> en una revisión mas exhaustiva en universidades de varios países inciden en la realización de prácticas libres tutorizadas y completar un portafolio con 25 exploraciones ecográficas con actividades adicionales (completar crucigramas, casos clínicos y pruebas prácticas en una plataforma online). Posteriormente, en algunas universidades se realizan rotaciones por laboratorios de imagen de diferentes especialidades (Cardiología, Radiología,

Obstetricia, Pediatría o Cirugía Traumatológica o Vascular). De la misma forma que sucede con la parte teórica, las horas de prácticas deben adaptarse a las dificultades técnicas de las exploraciones ecográficas. Así, por ejemplo, es muy posible que en una hora de prácticas se pueda aprender a realizar una exploración ecográfica pulmonar básica. Sin embargo, para dominar los planos ecocardiográficos el número de horas de prácticas debe ser muy superior y es esencial utilizar modelos anatómicos distintos o incluso enfermos reales si fuese posible.

### 6.6.3 Tutores de prácticas

Cada universidad o centro docente debe elegir el tipo de instructor que mejor se adapta a sus posibilidades y capacidades (técnico de ecografía, estudiantes-tutores, residentes en formación especializada, personal de la facultad, médicos hospitalistas, etc.).

En nuestro estudio los tutores de prácticas han sido los propios estudiantes (mentoría paritaria). En una universidad con pocos recursos y escaso número de docentes cualificados ha sido la mejor solución y los resultados han sido excelentes. Solo tres facultativos con experiencia en ecografía han sido suficientes para la coordinación y la formación de los mentores. Además, con este sistema de enseñanza ha sido posible la formación de más de 100 alumnos por curso académico.

Cuando los tutores o mentores son los propios alumnos es muy importante planificar la formación de los mismos y de posibilidades de recambio ya que, por diversos motivos, son frecuentes las bajas. Para ello es recomendable disponer de una “producción” constante de docentes a través de una academia de formadores en ecografía que anualmente produzca al menos la misma cantidad de alumnos tutores que van abandonando la universidad e

incluso emplear a los alumnos más aventajados durante el aprendizaje para convertirle a su vez en formador de cursos inferiores.

#### 6.6.4 Infraestructura básica

Una vez aclarados aspectos sobre el sistema de enseñanza, el modelo que se va a seguir para impartir la formación, los tiempos formativos y la formación pertinente de los encargados de la docencia, es necesario establecer la infraestructura necesaria para impartir dicha docencia.

Independientemente de lo aspectos previos hay requisitos que son incuestionables como son los equipos, el espacio físico, material audiovisual necesario e infraestructura para la difusión de conocimientos.

- a) Equipos. Teniendo en cuenta el número de alumnos que se gradúan cada año, es imprescindible disponer de:
  - Ecógrafos completos (se entiende completo con las sondas habituales y el software necesario para ejecutar los estudios ecográficos) así como el fungible necesario habitual (el gel ecográfico) y sistemas de conexión a sistemas multimedia para poder retransmitir el contenido de la pantalla del ecógrafo.
  - Sistema de cámaras para valorar los movimientos con las sondas que el tutor está realizando, así como la posición que está adoptando el modelo en cada momento.
  - Camillas donde se puedan tumbar los modelos y poder realizar las exploraciones ecográficas.
- b) Espacio físico. Un lugar donde tenga capacidad para albergar el aparataje completo y los alumnos con los tutores para las prácticas.

c) Material didáctico y audiovisual.

Es conveniente disponer de un material didáctico que pueda ser consultado vía plataforma online o vía APP integrando las tecnologías actuales en la enseñanza con la posibilidad de poder consultarlos en cualquier momento para repasar los planos como ya disponen algunas empresas de ecógrafos que se comprometen con la formación de sanitarios. Por nuestra parte a los estudiantes y sanitarios que aprenden bajo el amparo del hospital donde se desarrolló el estudio, entregamos un tríptico con un resumen donde se detalla los aspectos fundamentales de la ecografía (ANEXO II).

## **6.7 Sobre la mentoría paritaria en ecografía en otros ámbitos de la medicina**

Se ha utilizado el sistema de mentoría paritaria para el aprendizaje de la ecografía en especialidades como Ginecología y Obstetricia con resultados similares a los nuestros. En este sentido destaca el trabajo publicado por Hamza et al<sup>83</sup>, en el que también se valoraba de forma objetiva el aprendizaje empleando un sistema basado en localizar los planos y estructuras anatómicas, así como la detección de patología obstétrica / fetal.

En ecografía músculo-esquelética destaca la experiencia publicada por Knobe et al<sup>51</sup>. En este trabajo se comparan los resultados de un sistema de mentoría paritaria similar al nuestro con el sistema clásico de profesor experimentado que enseña directamente a estudiantes. Aunque en el examen objetivo, tanto teórico como práctico, los alumnos del sistema clásico obtuvieron mejores resultados globales que los alumnos incluidos en el sistema de mentoría paritaria, las diferencias no fueron muy relevantes, lo que avala la utilidad de la mentoría paritaria. Hay que tener presente además

que probablemente la técnica de la ecografía músculo-esquelética sea más compleja que los planos básicos que nosotros hemos enseñado en ecografía abdominal y cardíaca.

## **6.8 Sobre competencias adicionales adquiridas por los estudiantes**

Además de los conocimientos técnicos en ecografía, el sistema de enseñanza basado en la mentoría paritaria aporta otros beneficios y habilidades entre las que destaca<sup>47</sup>:

- El trabajo en equipo. Los alumnos aprenden y practican en grupo ayudándose mutuamente a obtener las mejores imágenes, planos y apoyo que claramente mejora su curva de aprendizaje. El trabajo en equipo es esencial desde el punto de vista profesional.
- Relación interdisciplinar. No hay rangos ni diferencias entre alumnos y otros profesionales sanitarios. Son estudiantes que adquieren una habilidad y por tanto aprenden que pueden beneficiarse de una asociación mutua con el correspondiente beneficio para el paciente en el futuro. No hay rivalidad sino compañerismo.
- Mejora en las competencias profesionales: Aprender una técnica ayuda al alumno a encontrar una mejor salida profesional, un mejor entendimiento de su profesión y un mayor beneficio para el paciente.

## 6.8 Sobre la aplicabilidad

### 6.8.1 Enseñanza de la ecografía clínica

En base a la discusión previa queda de manifiesto la importancia del aprendizaje de la ecografía como complemento de la exploración física (quinto pilar de la exploración: insonación) y en el proceso de toma de decisiones en medicina<sup>32,36</sup>. Cada vez está mas extendida la opinión de que la ecografía debe comenzar a enseñarse en las facultades de medicina, aunque no estén definidos los contenidos y cómo hacerlo.

La formación en ecografía facilita al estudiante de medicina el aprendizaje de materias básicas como anatomía y fisiología<sup>84,85</sup> y le permite mejorar la rentabilidad de la exploración física y su capacidad diagnóstica<sup>11</sup>. Por tanto, la ecografía en medicina puede constituir un puente natural entre las ciencias básicas y la clínica<sup>44</sup>.

Para algunos profesores de medicina, la ecografía en la próxima década va a cambiar la forma de enseñar y practicar la medicina<sup>37,39,42</sup>. Probablemente hay que empezar a plantearse la necesidad de establecer una serie de cambios en los contenidos y objetivos de los planes de estudio en Medicina, así como determinar la forma de educación y evaluación de la ecografía.

Aunque en el presente estudio solo nos hemos centrado en la ecografía abdominal y la ecografía cardiaca, debería también incluirse la ecografía pulmonar y aquellas técnicas o protocolos ecográficos que faciliten el diagnóstico ante situaciones clínicas graves o relevantes (disnea, hipotensión-shock, dolor abdominal, dolor torácico, etc.). También es importante incluir las bases para el uso de la ecografía en la realización de

técnicas invasivas (canalización de catéteres periféricos o centrales, pericardiocentesis, paracentesis y toracocentesis).

### **6.8.2 Mentoría paritaria**

Queda de manifiesto que la mentoría paritaria puede ser una solución excelente a la escasez de profesorado y al elevado número de alumnos en las facultades de medicina. Además, como se ha comentado previamente, tiene grandes ventajas para los propios estudiantes al hacerlos protagonistas de su formación.

El sistema de mentoría paritaria ha resultado ser muy eficaz en la enseñanza de aspectos básicos de la ecografía y está avalado por diversos estudios<sup>47-49</sup>.

### **6.8.3 Cooperación**

El sistema de enseñanza de ecografía basado en mentoría paritaria también se podría aplicar para la formación de sanitarios en países con recursos limitados. Se han establecido algunos programas en los que un docente enseña a profesionales sanitarios de países como África con dificultad para acceder a un programa formativo de manera que se puede iniciar un programa de enseñanza PAL por pares. Este sistema sería aplicable para aumentar los conocimientos que estos sanitarios pueden implementar y por tanto mejorar su capacidad asistencial sobre una población con dificultades para acceder a una sanidad digna y de calidad como la existente en países de alta renta económica.

## **6.9 Aspectos éticos**

Existen ciertas perspectivas éticas para tener en cuenta en este trabajo.

### **6.9.1 Sobre la mentoría paritaria o sistema de formación por pares (PAL)**

Se puede cuestionar que la formación de una técnica importante como la ecografía se sostenga o base en los propios estudiantes, que no tienen acreditación docente y que además su experiencia en la misma es escasa.

Un aprendizaje en cuanto a materia sensible para el currículo formativo de un sanitario con este sistema no homogeneizado con el resto de las universidades y centros educativos de un país conlleva las dudas sobre su implantación puesto que de ello puede depender un aprendizaje de conceptos que son necesarios para el desarrollo de la profesión y el futuro trato con el paciente y sus enfermedades.

### **6.9.2 Sobre las prácticas de ecografía**

Habitualmente los estudiantes practican entre ellos y generalmente son individuos sanos. En otras ocasiones, los estudiantes acuden al hospital al que se encuentran adscritas sus prácticas formativas con vistas a aplicar dichos conocimientos y, por tanto, llevarlo a cabo sobre pacientes que se encuentran ingresados. Es por tanto necesario recalcar a los estudiantes la profesionalidad con la que deben actuar.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que hoy en día no existe una educación segregada por sexos y a la vez no existe paridad por sexos a la hora del acceso a la universidad puesto que se trata de un sistema de acceso en base a méritos académicos. Esto conlleva actualmente en el grado de medicina según los últimos datos disponibles a un mayor porcentaje de mujeres estudiantes de medicina con respecto a los hombres. Esto lleva a que hay dificultad para servir como modelo anatómico por sexos y en ciertos planos como el de la ecografía cardiaca, los estudiantes deben asumir que no

va a existir un modelo masculino para los planos de ecocardiografía. Esto al principio del estudio llevó a reticencia por parte de algunas estudiantes de cara a las prácticas puesto que para la ecografía cardiaca la técnica implica una visión directa del tórax y pueden existir ciertas incomodidades al respecto si bien con modelos de género masculino no suele existir dicha limitación, pero se acabó asumiendo con naturalidad a medida que avanzaban las prácticas. Si bien para el desarrollo de las ecocardiografías se recomendaba a los modelos anatómicos femeninos venir con sujetador deportivo y hacer entender a los estudiantes la normalidad y el mayor respeto posible al cuerpo humano.

En un futuro, siempre que existan limitaciones de esta índole, se puede sustituir el modelo humano por los simuladores creados con material sintético de gran realismo que además sirven para simular situaciones patológicas por ordenador.

Otro aspecto para tener en cuenta es cuando los estudiantes hacen prácticas ecográficas en el hospital si bien, se le informa al paciente de un alumno en prácticas, estos suelen estar acompañados siempre por un médico especialista que es el que supervisa el procedimiento.

### **6.9.3 Sobre los hallazgos de la ecografía**

Otro aspecto para tener en cuenta son los hallazgos casuales o incidentalomas. Es decir, encontrar una patología que no se sospecha que tenga el paciente, alumno o modelo y dado que durante las prácticas los compañeros se ofrecen en algunas ocasiones a ser el sujeto a ecografiar pueden existir imágenes que den lugar a error o a posibles diagnósticos. De ahí la importancia en algunas ocasiones de disponer un tutor cualificado para las situaciones en las que puedan existir estos hallazgos no esperados. En

contadas ocasiones, el alumno descubre una patología no sospechada por el clínico puesto que está practicando en pacientes que pueden no padecer ninguna enfermedad evidente. Una de las maneras planteables es la de informar al paciente que los datos se comunicarán al médico responsable con vistas a procesar dicha información según convenga y completar el estudio con una prueba reglada que ayude a confirmar o desmentir dicho hallazgo.

## 6.10 Limitaciones del estudio

Entre las limitaciones de este estudio destaca que la enseñanza práctica ha sido realizada exclusivamente en modelos sanos y jóvenes ya que el objetivo ha sido que los alumnos aprendieran a obtener los planos básicos y fueran capaces de identificar correctamente estructuras abdominales y cardiacas seleccionadas. Obviamente, los resultados serían diferentes si como modelos se hubiese escogido a pacientes entre los que estarían incluidos individuos obesos y de mayor edad. Desafortunadamente, generalizar la docencia en ecografía sobre pacientes reales es muy complicado debido al elevado número de alumnos. Sin embargo, los cada vez más numerosos estudios sobre la floreciente implantación de la ecografía en el currículo formativo del alumno de medicina no establecen diferencias significativas en el método de aprendizaje más efectivo en la enseñanza “a pie de cama”<sup>86</sup>, pero sí apuntan los evidentes beneficios que la formación en ultrasonidos tiene sobre los estudiantes incluso desde los cursos iniciales<sup>85,87</sup>. Además, en múltiples trabajos se demuestra la capacidad de los alumnos para detectar diversas patologías en pacientes reales tras periodos de formación relativamente cortos<sup>9, 11, 88, 89</sup>. Quizás en un futuro no muy lejano se generalice el uso de ecógrafos portátiles incluso entre los estudiantes y puedan explorar con los mismos a enfermos reales durante sus prácticas. Por tanto, si la logística organizativa de un curso completo de 130 alumnos lo permitiera, podría implantarse este método incluyendo sesiones prácticas “a pie de

cama” y con pacientes reales para, además de aprender la técnica, diagnosticar o reconocer los principales patrones patológicos.

Con respecto a los mentores cabe señalar los probables beneficios de reducir el número de los mismos. Aunque todos tuvieron la misma formación, el carácter subjetivo de la metodología de enseñanza no unificada y evaluada con anterioridad dificulta, muy posiblemente, la consecución de un aprendizaje global, homogéneo y adaptado a los objetivos. Por tanto, es posible que con una reducción del número de mentores y el establecimiento de un sistema de evaluación de sus métodos de enseñanza, podamos conseguir un plan de aprendizaje con una mejora sustancial del rendimiento y eficacia.

Otra limitación ha sido la necesidad de emplear a diferentes examinadores para la valoración práctica de los alumnos, ya que a pesar de que hemos utilizado unos criterios muy simples de evaluación, la estimación de la calidad de los planos obtenidos siempre tiene cierto grado de subjetividad. En este sentido se ha podido comprobar que aumenta la probabilidad de que aparezcan errores a la hora de puntuar la obtención de los planos y visualización de las estructuras. Un solo examinador evitaría este sesgo; no obstante, la limitación de tiempo y el elevado número de alumnos dificulta esta posibilidad. Por otra parte, al utilizar un sistema de evaluación muy simple es probable que el sistema de calificación sea poco discriminativo.

A pesar de que el sistema de mentoría paritaria o “peer mentoring” es un concepto relativamente novedoso y apunta a ser prometedor y eficaz, aún se necesitan más investigaciones para esclarecer las ventajas y los beneficios del mismo<sup>90</sup>.



## 7.- CONCLUSIONES

- El sistema de mentoría paritaria facilita la enseñanza de aspectos básicos de la ecografía a un número muy elevado de alumnos de medicina, con escasa necesidad de inversión en equipos de ecografía.
- El sistema de enseñanza de planos básicos en ecografía abdominal y cardiaca basada en la mentoría paritaria ha sido muy eficaz tal y como se refleja en los resultados obtenidos en las pruebas objetivas de evaluación (ECOE). Los estudiantes han conseguido alcanzar los objetivos docentes planteados en ecografía tras un periodo de entrenamiento relativamente corto.
- El grado de satisfacción de los alumnos como protagonistas y participantes en la enseñanza basada en la mentoría paritaria ha sido muy alto.



## 8.- PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

### Artículos científicos

Arias Felipe A, Doménech García J, Sánchez Los Arcos I, Luordo D, García Sánchez FJ, Villanueva Martínez J et al. Teaching the basics of echocardiography in the undergraduate: Students as mentors. Rev Clin Esp 2017; 217: 245-251.

García-Casasola G, Sánchez FJ, Luordo D, Zapata DF, Frías MC, Garrido VV et al. Basic Abdominal Point-of-Care Ultrasound Training in the Undergraduate: Students as Mentors. J Ultrasound Med 2016; 35: 2483-2489.

García de Casasola Sánchez G, González Peinado D, García Sánchez FJ, Muñoz Aceituno E, Peña Vázquez I, Torres Macho J. Teaching of clinical ultrasonography to undergraduates: students as mentors. Rev Clin Esp 2015; 215: 211-216.

García de Casasola Sánchez G, Torres Macho J, Casas Rojo JM, Cubo Romano P, Sánchez FJ, Villena Garrido V et al. Abdominal ultrasound and medical education. Rev Clin Esp 2014; 214: 131-6.

### Comunicaciones a congresos

#### **XXXIV Congreso Nacional de la Sociedad Española de Medicina Interna (SEMI)(Málaga, 21-23 de noviembre 2013)**

1. García-Casasola Rodríguez G, Torres J, Casas JM, Cubo P, Antón J, Ramírez P, Forero A. Ecografía clínica: una nueva herramienta para la educación médica.

#### **III Reunión del Grupo de Trabajo de Ecografía Clínica de la Sociedad Española de Medicina Interna (SEMI)(Madrid, 8 de mayo de 2015).**

González D, Muñoz E, Peña I, Sánchez A, Ez-alddin R, Diez Lobato R, Villena V, García de Casasola G. “Enseñanza de la ecografía en el pregrado: los estudiantes como mentores”.

Luordo D, Forrester D, Carnevali M, García V, Hernández M, Mateo J, Diez Lobato R, Villena V, García de Casasola G. “Organización de la enseñanza de la ecografía básica en pregrado”.

#### **XXXVI Congreso Nacional de la Sociedad Española de Medicina Interna (SEMI)(Sevilla, 11-13 de noviembre 2015)**

Carnevali M, Forrester D, Luordo D, García F, Villanueva J, Casas JM, Torres J,

García de Casasola G. La integración del alumno en la docencia médica: el ejemplo de la ecografía clínica.

**XXXVII Congreso Nacional de la Sociedad Española de Medicina Interna  
(Zaragoza, 23-25 de noviembre 2016)**

Luordo D, Domenech García J, Sánchez los Arcos A, Arias Felipe A, **García Sánchez F.** Villanueva Martínez J, Forero de la Sotilla A, Villena Garrido V, García de Casasola G, Torres Macho J. “Enseñanza de la ecocardiografía en pregrado: los estudiantes como mentores”.

Luordo D, **García Sánchez F.** Villanueva Martínez J, Forero de la Sotilla A, Ramírez Sánchez P, García de Casasola G, Torres Macho J.” Satisfacción de los estudiantes en un sistema de formación en ecografía másica basado en mentoría paritaria”.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Clark BW, Derakhshan A, Desai SV. Diagnostic Errors and the Bedside Clinical Examination. *Med Clin North Am* 2018; 102: 453-464.
2. Verghese A, Charlton B, Kassirer JP, Ramsey M, Ioannidis JP. Inadequacies of Physical Examination as a Cause of Medical Errors and Adverse Events: A Collection of Vignettes. *Am J Med* 2015; 128: 1322-4.e3.
3. McGee SR. Evidence-based physical diagnosis. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2017.
4. Tamayo SG, Rickman LS, Mathews WC, Fullerton SC, Bartok AE, Warner JT *et al.* Examiner dependence on physical diagnostic tests for the detection of splenomegaly: a prospective study with multiple observers. *J Gen Intern Med* 1993; 8: 69-75.
5. Yang JC, Rickman LS, Bosser SK. The clinical diagnosis of splenomegaly. *West J Med* 1991; 155: 47-52.
6. Sakalihan N, Limet R, Defawe OD. Abdominal aortic aneurysm. *Lancet* 2005; 365: 1577-89.
7. Chongtham DS, Singh MM, Kalantri SP, Pathak S, Jain AP. Accuracy of clinical manoeuvres in detection of minimal ascites. *Indian J Med Sci* 1998; 52: 514-20.
8. McGee SR. Physical examination of venous pressure: a critical review. *Am Heart J* 1998; 136: 10-8.
9. Kobal SL, Trento L, Baharami S, Tolstrup K, Naqvi TZ, Cercek B *et al.* Comparison of effectiveness of hand-carried ultrasound to bedside cardiovascular physical examination. *Am J Cardiol* 2005; 96: 1002-6.
10. Thomas F, Flint N, Setareh-Shenas S, Rader F, Kobal SL, Siegel RJ. Accuracy and Efficacy of Hand-Held Echocardiography in Diagnosing Valve Disease: A Systematic Review. *Am J Med* 2018; 131: 1155-1160.
11. Garcia de Casasola Sanchez G, Torres Macho J, Casas Rojo JM, Cubo Romano P, Anton Santos JM, Villena Garrido V *et al.* Abdominal ultrasound and medical education. *Rev Clin Esp* 2014; 214: 131-6.
12. Kimura BJ, Shaw DJ, Amundson SA, Phan JN, Blanchard DG, DeMaria AN. Cardiac Limited Ultrasound Examination Techniques to Augment the Bedside Cardiac Physical Examination. *J Ultrasound Med* 2015; 34: 1683-90.
13. Kimura BJ. Point-of-care cardiac ultrasound techniques in the physical examination: better at the bedside. *Heart* 2017; 103: 987-994.

14. Volpicelli G. Lung sonography. *J Ultrasound Med* 2013; 32: 165-71.
15. Amatya Y, Rupp J, Russell FM, Saunders J, Bales B, House DR. Diagnostic use of lung ultrasound compared to chest radiograph for suspected pneumonia in a resource-limited setting. *Int J Emerg Med* 2018; 11: 8.
16. Lichtenstein D. Novel approaches to ultrasonography of the lung and pleural space: where are we now. *Breathe (Sheff)* 2017; 13: 100-111.
17. Nazerian P, Volpicelli G, Vanni S, Gigli C, Betti L, Bartolucci M *et al.* Accuracy of lung ultrasound for the diagnosis of consolidations when compared to chest computed tomography. *Am J Emerg Med* 2015; 33: 620-5.
18. Nelson WG, Rosen A, Pronovost PJ. Reengineering the Physical Examination for the New Millennium. *JAMA* 2016; 315: 2391-2.
19. Blanco P, Aguiar FM, Blaivas M. Rapid Ultrasound in Shock (RUSH) Velocity-Time Integral: A Proposal to Expand the RUSH Protocol. *J Ultrasound Med* 2015; 34: 1691-700.
20. Perera P, Mailhot T, Riley D, Mandavia D. The RUSH exam: Rapid Ultrasound in SHock in the evaluation of the critically ill. *Emerg Med Clin North Am* 2010; 28: 29-56.
21. Milne J, Atkinson P, Lewis D, Fraser J, Diegelmann L, Olszynski P *et al.* Sonography in Hypotension and Cardiac Arrest (SHoC): Rates of Abnormal Findings in Undifferentiated Hypotension and During Cardiac Arrest as a Basis for Consensus on a Hierarchical Point of Care Ultrasound Protocol. *Cureus* 2016; 8: e564.
22. Lichtenstein DA. BLUE-protocol and FALLS-protocol: two applications of lung ultrasound in the critically ill. *Chest* 2015; 147: 1659-1670.
23. Ahn JH, Jeon J, Toh HC, Noble VE, Kim JS, Kim YS *et al.* SEARCH 8Es: A novel point of care ultrasound protocol for patients with chest pain, dyspnea or symptomatic hypotension in the emergency department. *PLoS One* 2017; 12: e0174581.
24. Russell FM, Ehrman RR, Cosby K, Ansari A, Tseeng S, Christain E *et al.* Diagnosing acute heart failure in patients with undifferentiated dyspnea: a lung and cardiac ultrasound (LuCUS) protocol. *Acad Emerg Med* 2015; 22: 182-91.
25. Kajimoto K, Madeen K, Nakayama T, Tsudo H, Kuroda T, Abe T. Rapid evaluation by lung-cardiac-inferior vena cava (LCI) integrated ultrasound for differentiating heart failure from pulmonary disease as the cause of acute dyspnea in the emergency setting. *Cardiovasc Ultrasound* 2012; 10: 49.

26. Nazerian P, Vanni S, Volpicelli G, Gigli C, Zanobetti M, Bartolucci M *et al.* Accuracy of point-of-care multiorgan ultrasonography for the diagnosis of pulmonary embolism. *Chest* 2014; 145: 950-957.
27. Volpicelli G, Lamorte A, Tullio M, Cardinale L, Giraudo M, Stefanone V *et al.* Point-of-care multiorgan ultrasonography for the evaluation of undifferentiated hypotension in the emergency department. *Intensive Care Med* 2013;
28. Holm JH, Frederiksen CA, Juhl-Olsen P, Sloth E. Perioperative use of focus assessed transthoracic echocardiography (FATE). *Anesth Analg* 2012; 115: 1029-32.
29. Dietrich CF, Goudie A, Chiorean L, Cui XW, Gilja OH, Dong Y *et al.* Point of Care Ultrasound: A WFUMB Position Paper. *Ultrasound Med Biol* 2016;
30. Weile J, Laursen CB, Frederiksen CA, Graumann O, Sloth E, Kirkegaard H. Point-of-care ultrasound findings in unselected patients in an emergency department - results from a prospective observational trial. *BMC Emerg Med* 2018; 18: 60.
31. Wagner M, Boughton J. PEARLS for an Ultrasound Physical and Its Routine Use as Part of the Clinical Examination. *South Med J* 2018; 111: 389-394.
32. García de Casasola G, Casado López I, Torres-Macho J. Clinical ultrasonography in the decision-making process in medicine point-of-care ultrasound in clinical decision making. *Rev Clin Esp* 2020; 220: 49-56.
33. Gargani L, Volpicelli G. How I do it: lung ultrasound. *Cardiovasc Ultrasound* 2014; 12: 25.
34. Lichtenstein DA, Menu Y. A bedside ultrasound sign ruling out pneumothorax in the critically ill. Lung sliding. *Chest* 1995; 108: 1345-8.
35. Volpicelli G, Silva F, Radeos M. Real-time lung ultrasound for the diagnosis of alveolar consolidation and interstitial syndrome in the emergency department. *Eur J Emerg Med* 2010; 17: 63-72.
36. Narula J, Chandrashekhar Y, Braunwald E. Time to Add a Fifth Pillar to Bedside Physical Examination: Inspection, Palpation, Percussion, Auscultation, and Insonation. *JAMA Cardiol* 2018; 3: 346-350.
37. Mircea PA, Badea R, Fodor D, Buzoianu AD. Using ultrasonography as a teaching support tool in undergraduate medical education - time to reach a decision. *Med Ultrason* 2012; 14: 211-6.
38. Moore CL, Copel JA. Point-of-care ultrasonography. *N Engl J Med* 2011; 364: 749-57.
39. Afonso N, Amponsah D, Yang J, Mendez J, Bridge P, Hays G *et al.* Adding new tools to the black bag--introduction of ultrasound into the physical diagnosis course. *J Gen Intern Med* 2010; 25: 1248-52.

40. Bahner DP, Jasne A, Boore S, Mueller A, Cortez E. The ultrasound challenge: a novel approach to medical student ultrasound education. *J Ultrasound Med* 2012; 31: 2013-6.
41. Bahner DP, Royall NA. Advanced ultrasound training for fourth-year medical students: a novel training program at The Ohio State University College of Medicine. *Acad Med* 2013; 88: 206-13.
42. Hoppmann RA, Rao VV, Poston MB, Howe DB, Hunt PS, Fowler SD *et al.* An integrated ultrasound curriculum (iUSC) for medical students: 4-year experience. *Crit Ultrasound J* 2011; 3: 1-12.
43. Wong I, Jayatilleke T, Kendall R, Atkinson P. Feasibility of a focused ultrasound training programme for medical undergraduate students. *Clin Teach* 2011; 8: 3-7.
44. Palma JK. Successful strategies for integrating bedside ultrasound into undergraduate medical education. *Mil Med* 2015; 180: 153-7.
45. Bahner DP, Goldman E, Way D, Royall NA, Liu YT. The state of ultrasound education in u.s. Medical schools: results of a national survey. *Acad Med* 2014; 89: 1681-6.
46. Ahn JS, French AJ, Thiessen ME, Kendall JL. Training peer instructors for a combined ultrasound/physical exam curriculum. *Teach Learn Med* 2014; 26: 292-5.
47. Balasooriya C, Olupeliyawa A, Iqbal M, Lawley C, Cohn A, Ma D *et al.* A student-led process to enhance the learning and teaching of teamwork skills in medicine. *Educ Health (Abingdon)* 2013; 26: 78-84.
48. Furmedge DS, Iwata K, Gill D. Peer-assisted learning - Beyond teaching: How can medical students contribute to the undergraduate curriculum? *Med Teach* 2014; 36: 812-7.
49. Schwellnus H, Carnahan H. Peer-coaching with health care professionals: what is the current status of the literature and what are the key components necessary in peer-coaching? A scoping review. *Med Teach* 2014; 36: 38-46.
50. García de Casasola Sánchez G, González Peinado D, Sánchez Gollarte A, Muñoz Aceituno E, Peña Vázquez I, Torres Macho J. Teaching of clinical ultrasonography to undergraduates: students as mentors. *Rev Clin Esp* 2015; 215: 211-216.
51. Knobe M, Munker R, Sellei RM, Holschen M, Mooij SC, Schmidt-Rohlfing B *et al.* Peer teaching: a randomised controlled trial using student-teachers to teach musculoskeletal ultrasound. *Med Educ* 2010; 44: 148-55.
52. Guraya SY, Abdalla ME. Determining the effectiveness of peer-assisted learning in medical education: A systematic review and meta-analysis. *J Taibah Univ Med Sci* 2020; 15: 177-184.

53. Chakraborti C, Boonyasai RT, Wright SM, Kern DE. A systematic review of teamwork training interventions in medical student and resident education. *J Gen Intern Med* 2008; 23: 846-53.
54. Hammick M, Olckers L, Champion-Smith C. Learning in interprofessional teams: AMEE Guide no 38. *Med Teach* 2009; 31: 1-12.
55. Cawthorn TR, Nickel C, O'Reilly M, Kafka H, Tam JW, Jackson LC *et al*. Development and evaluation of methodologies for teaching focused cardiac ultrasound skills to medical students. *J Am Soc Echocardiogr* 2014; 27: 302-9.
56. Hulett CS, Pathak V, Katz JN, Montgomery SP, Chang LH. Development and preliminary assessment of a critical care ultrasound course in an adult pulmonary and critical care fellowship program. *Ann Am Thorac Soc* 2014; 11: 784-8.
57. Tarique U, Tang B, Singh M, Kulasegaram KM, Ailon J. Ultrasound Curricula in Undergraduate Medical Education: A Scoping Review. *J Ultrasound Med* 2017;
58. Turner EE, Fox JC, Rosen M, Allen A, Rosen S, Anderson C. Implementation and assessment of a curriculum for bedside ultrasound training. *J Ultrasound Med* 2015; 34: 823-8.
59. Celebi N, Zwirner K, Lischner U, Bauder M, Dithard K, Schurger S *et al*. Student tutors are able to teach basic sonographic anatomy effectively - a prospective randomized controlled trial. *Ultraschall Med* 2012; 33: 141-5.
60. Celebi N, Griewatz J, Malek NP, Hoffmann T, Walter C, Muller R *et al*. Outcomes of three different ways to train medical students as ultrasound tutors. *BMC Med Educ* 2019; 19: 125.
61. Hernández Coliñir J, Molina Gallardo L, González Morales D, Ibáñez Sanhueva C, Jerez Yañez O. Characteristics and impacts of peer assisted learning in university studies in health science: A systematic review. *Rev Clin Esp (Barc)* 2021; S2254-8874(21)00164-8.
62. Jäger K. [Levels of training in diagnostic ultrasound]. *Ultraschall Med* 2002; 23: 299-301.
63. Scalea TM, Rodriguez A, Chiu WC, Brenneman FD, Fallon WF, Kato K *et al*. Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST): results from an international consensus conference. *J Trauma* 1999; 46: 466-72.
64. Leung J, Duffy M, Finckh A. Real-time ultrasonographically-guided internal jugular vein catheterization in the emergency department increases success rates and reduces complications: a randomized, prospective study. *Ann Emerg Med* 2006; 48: 540-7.

65. Koratala A, Ronco C, Kazory A. Need for Objective Assessment of Volume Status in Critically Ill Patients with COVID-19: The Tri-POCUS Approach. *Cardiorenal Med* 2020; 1-8.
66. Akhtar S, Theodoro D, Gaspari R, Tayal V, Sierzenski P, Lamantia J *et al.* Resident training in emergency ultrasound: consensus recommendations from the 2008 Council of Emergency Medicine Residency Directors Conference. *Acad Emerg Med* 2009; 16 Suppl 2: S32-6.
67. Torres-Macho J, Aro T, Bruckner I, Cogliati C, Gilja OH, Gurghean A *et al.* Point-of-care ultrasound in internal medicine: A position paper by the ultrasound working group of the European federation of internal medicine. *Eur J Intern Med* 2020; 73: 67-71.
68. Torres Macho J, García Sánchez FJ, Garmilla Ezquerro P, Beltrán Romero L, Canora Lebrato J, Casas Rojo JM *et al.* Positioning document on incorporating point-of-care ultrasound in Internal Medicine departments. *Rev Clin Esp* 2018; 218: 192-198.
69. Pérez de Isla L, Díaz Sánchez S, Pagola J, García de Casasola Sánchez G, López Fernández T, Sánchez Barrancos IM *et al.* Consensus Document of the SEMI, semFYC, SEN, and SEC on Focused Cardiac Ultrasound in Spain. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)* 2018; 71: 935-940.
70. Koratala A, Reisinger N. POCUS for Nephrologists: Basic Principles and a General Approach. *Kidney360* 2021; 2: 1660-1668.
71. Hoppmann RA, Rao VV, Bell F, Poston MB, Howe DB, Riffle S *et al.* The evolution of an integrated ultrasound curriculum (iUSC) for medical students: 9-year experience. *Crit Ultrasound J* 2015; 7: 18.
72. Rao S, van Holsbeeck L, Musial JL, Parker A, Bouffard JA, Bridge P *et al.* A pilot study of comprehensive ultrasound education at the Wayne State University School of Medicine: a pioneer year review. *J Ultrasound Med* 2008; 27: 745-9.
73. Russell FM, Zakeri B, Herbert A, Ferre RM, Leiser A, Wallach PM. The State of Point-of-Care Ultrasound Training in Undergraduate Medical Education: Findings From a National Survey. *Acad Med* 2021;
74. Ma IWY, Steinmetz P, Weerdenburg K, Woo MY, Olszynski P, Heslop CL *et al.* The Canadian Medical Student Ultrasound Curriculum: A Statement From the Canadian Ultrasound Consensus for Undergraduate Medical Education Group. *J Ultrasound Med* 2020;
75. Celebi N, Griewatz J, Malek NP, Krieg S, Kuehnl T, Muller R *et al.* Development and implementation of a comprehensive ultrasound curriculum for undergraduate medical students - a feasibility study. *BMC Med Educ* 2019; 19: 170.

76. Feilchenfeld Z, Kuper A, Whitehead C. Stethoscope of the 21st century: dominant discourses of ultrasound in medical education. *Med Educ* 2018;
77. Choo EKH, Chen R, Millington SJ, Hibbert B, Tran DTT, Posner G *et al.* Remote solutions for telementoring point-of-care ultrasound echocardiography: The RESOLUTE study. *Can J Anaesth* 2017; 64: 1077-1078.
78. Laursen CB, Sloth E, Lassen AT, Christensen R, Lambrechtsen J, Madsen PH *et al.* Point-of-care ultrasonography in patients admitted with respiratory symptoms: a single-blind, randomised controlled trial. *Lancet Respir Med* 2014; 2: 638-46.
79. Bahner DP, Adkins EJ, Nagel R, Way D, Werman HA, Royall NA. Brightness mode quality ultrasound imaging examination technique (B-QUIET): quantifying quality in ultrasound imaging. *J Ultrasound Med* 2011; 30: 1649-55.
80. Glass C, Sarwal A, Zavitz J, Nitsche J, Joyner J, Johnson LL *et al.* Scoping review of implementing a longitudinal curriculum in undergraduate medical education: The wake forest experience. *Ultrasound J* 2021; 13: 23.
81. So S, Patel RM, Orebaugh SL. Ultrasound imaging in medical student education: Impact on learning anatomy and physical diagnosis. *Anat Sci Educ* 2017; 10: 176-189.
82. Jeppesen KM, Bahner DP. Teaching bedside sonography using peer mentoring: a prospective randomized trial. *J Ultrasound Med* 2012; 31: 455-9.
83. Hamza A, Radosa JC, Solomayer EF, Takacs Z, Juhasz-Boess I, Ströder R *et al.* Introduction of a student tutor-based basic obstetrical ultrasound screening in undergraduate medical education. *Arch Gynecol Obstet* 2019; 300: 59-66.
84. Wittich CM, Montgomery SC, Neben MA, Palmer BA, Callahan MJ, Seward JB *et al.* Teaching cardiovascular anatomy to medical students by using a handheld ultrasound device. *JAMA* 2002; 288: 1062-3.
85. Dinh VA, Frederick J, Bartos R, Shankel TM, Werner L. Effects of ultrasound implementation on physical examination learning and teaching during the first year of medical education. *J Ultrasound Med* 2015; 34: 43-50.
86. Florescu CC, Mullen JA, Nguyen VM, Sanders BE, Vu PQ. Evaluating Didactic Methods for Training Medical Students in the Use of Bedside Ultrasound for Clinical Practice at a Faculty of Medicine in Romania. *J Ultrasound Med* 2015; 34: 1873-82.
87. Steinmetz P, Oleskevich S, Lewis J. Acquisition and Long-term Retention of Bedside Ultrasound Skills in First-Year Medical Students. *J Ultrasound Med* 2016; 35: 1967-75.

88. Decara JM, Kirkpatrick JN, Spencer KT, Ward RP, Kasza K, Furlong K *et al.* Use of hand-carried ultrasound devices to augment the accuracy of medical student bedside cardiac diagnoses. *J Am Soc Echocardiogr* 2005; 18: 257-63.
89. Panoulas VF, Daigeler AL, Malaweera AS, Lota AS, Baskaran D, Rahman S *et al.* Pocket-size hand-held cardiac ultrasound as an adjunct to clinical examination in the hands of medical students and junior doctors. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2013; 14: 323-30.
90. Burgess A, McGregor D, Mellis C. Medical students as peer tutors: a systematic review. *BMC Med Educ* 2014; 14: 115.

# ANEXO 1: ENCUESTA DE SATISFACCIÓN

## Cuestionario de satisfacción Ecografía clínica

Esperamos que la formación en ecografía básica a lo largo de este curso haya sido de interés y utilidad para todos. Os agradeceríamos que completaraís las siguientes preguntas de cara a futuras mejoras de esta metodología y ayudarnos a analizar los resultados obtenidos! ;)

 [fcojgarciasanchez@gmail.com](mailto:fcojgarciasanchez@gmail.com) (no compartidos)  
[Cambiar de cuenta](#)



**\*Obligatorio**

1. Valora globalmente la formación en Ecografía Clínica Básica recibida a lo largo de este curso \*

(Siendo 1 la peor puntuación y 10 la mejor)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. ¿En qué medida este curso te ha ayudado a comprender mejor la Anatomía y Fisiología del cuerpo humano? \*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. ¿En qué medida este curso te ha servido para integrarte mejor en las rotaciones clínicas en los diferentes servicios del hospital? \*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Valora globalmente a tus formadores: \*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. ¿En qué medida te han ayudado a comprender los aspectos técnicos, anatómicos y fisiológicos relacionados con la ecografía? \*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. ¿Crees que hubieras aprendido menos / más / igual si los formadores hubieran sido médicos expertos? \*

- Menos
- Más
- Igual

8. ¿Te gustaría profundizar en el aprendizaje de esta técnica? \*

- SI
- NO

9. ¿Te crees capaz de actuar como formador de alumnos de cursos inferiores? \*

SI

NO

10. ¿Te gustaría actuar como formador en cursos sucesivos? \*

SI

NO

11. ¿Qué ha sido lo mejor de esta experiencia? ¿Y lo peor? \*

Tu respuesta \_\_\_\_\_

12. Puedes añadir cualquier comentario-sugerencia en este apartado. Estaremos muy agradecido y lo tendremos en cuenta para intentar mejorar la calidad de este proyecto: \*

Tu respuesta \_\_\_\_\_



