

Innovación en el aprendizaje de la auscultación cardíaca: CardioBeat.

Alberto Domínguez-Rodríguez^a, Candelaria Martín-González^a, Guillermo Burillo-Putze^b, Daniel Hernández-Vaquero^c, Pablo Avanzas-Fernández^c.

^aDepartamento de Medicina Interna, Dermatología y Psiquiatría, Facultad de Ciencias de La Salud, Universidad de La Laguna. ^bDepartamento de Medicina Física y Farmacología, Facultad de Ciencias de La Salud, Universidad de La Laguna. ^cUniversidad de Oviedo.

RESUMEN

La auscultación cardíaca es una competencia clínica que aporta mucha información, pero precisa un entrenamiento continuado. El desarrollo y la utilización de una herramienta que permita el entrenamiento en la escucha de los ruidos cardíacos en el alumnado de grado pueden ser de gran utilidad en la formación clínica. Se ha diseñado una aplicación basada en simulación clínica, CardioBeat, que a través de un servicio online permite conocer la auscultación cardíaca normal, detectar tercer y cuarto ruidos (ruidos patológicos) y los distintos soplos cardíacos en función de la patología valvular que tenga el paciente. Se incluyen también resultados derivados del análisis del uso de este método en los tres primeros meses tras su creación, donde se observa que cada usuario accedió a la aplicación una media de 16 ± 5 veces durante el mes de mayo, 13 ± 5 veces en junio y 12 ± 6 veces en julio. En los tres meses que se analizan el alumnado accedió un total de 198 veces al programa, los especialistas en Atención Primaria 2162 veces y los especialistas en Cardiología 16 veces. Con CardioBeat se persigue, mediante el uso de herramientas TIC y dentro un modelo de enseñanza centrado en el alumnado, flexible y de aprendizaje autónomo, mejorar la adquisición de la competencia de la auscultación cardíaca.

Palabras clave: simulación clínica, auscultación cardíaca, aprendizaje autónomo, herramientas TIC, innovación educativa, competencia clínica.

1. INTRODUCCIÓN

Antes de la aparición del estetoscopio, algunos médicos ocasionalmente realizaban la auscultación colocando directamente su oído sobre el tórax del paciente, método que posteriormente se denominó “auscultación inmediata”, dado que no requería de ningún objeto. Esta técnica podía ser efectiva en el diagnóstico de enfermedades pulmonares, sin embargo, resultaba limitada en el caso de las enfermedades cardíacas¹.

En el año 1816 se solicitó al médico francés René Laënnec que examinara a una mujer joven, con sobrepeso y síntomas de enfermedad cardíaca². Dada la edad y sexo de la paciente, el Dr. Laënnec consideró inapropiada la “auscultación inmediata”. En su lugar, ideó un método empleando un tubo de papel largo y enrollado creando un embudo, posicionando un extremo sobre el área precordial de la paciente y el otro extremo en el oído del médico. El resultado fue que el Dr. Laënnec escuchó tan bien los sonidos cardíacos, quedando “tan sorprendido como satisfecho”³, que denominó esta nueva técnica como “auscultación mediata”. En los años posteriores, y después de experimentar con múltiples materiales diseñó un estetoscopio biaural con tubos flexibles, que mostró ser muy útil, siguiendo vigente el modelo a día de hoy⁴.

El estetoscopio o fonendoscopio se ha convertido en una herramienta indispensable para el médico, que se empieza a utilizar desde los estudios de grado. Sin embargo, realizar una auscultación adecuada y ser capaz de identificar los diferentes sonidos cardíacos (especialmente los sonidos patológicos) requiere un entrenamiento.

1.1. La relevancia de la auscultación cardíaca.

A día de hoy, la auscultación cardíaca sigue siendo una herramienta indispensable en la práctica clínica, continúa siendo el método tradicional y la primera herramienta básica que se aplica para la evaluación del estado funcional del corazón. Desde los primeros cursos del grado, el alumnado, como parte de la exploración física del paciente, debe conocer desde el punto de vista teórico la anatomía y función cardíaca así como que es posible escuchar sonidos normales o patológicos en función de si existe patología estructural y/o valvular. Para adquirir esta habilidad y realizarla de forma sistemática cada vez que explore a sus pacientes requiere de un entrenamiento previo que le permita conocer lo fisiológico y distinguirlo de lo patológico. Sin embargo, varios estudios reflejan que actualmente las competencias del examen físico no alcanzan el nivel de aceptables, tanto en el médico como en el alumnado, y particularmente a nivel de la auscultación cardíaca⁵⁻⁷. Además, a pesar de haber adquirido estas habilidades de forma adecuada, la curva de aprendizaje decae rápidamente si no se practican de forma continuada⁸.

Por otro lado, en las últimas décadas el ejercicio de la medicina ha asistido al desarrollo de técnicas que ayudan a la valoración cardíaca, como la ecocardiografía u otras técnicas de imagen cardíacas. En cualquier caso, son técnicas complementarias, siendo lo fundamental una adecuada historia clínica y exploración física tanto sistémica como cardíaca en la correcta evaluación de un paciente. La auscultación cardíaca es una técnica no invasiva, rápida y de bajo coste que puede realizarse en cualquier situación (domicilio, consulta o urgencias) donde el clínico puede identificar anomalías en los sonidos cardíacos, como soplos, ritmos irregulares o ruidos adicionales, lo que proporciona pistas importantes sobre la función cardíaca.

Realizar una auscultación cardíaca sistemática puede aportar, por tanto, gran cantidad de información, pero, como se ha mencionado, depende en gran medida de la habilidad de la persona que la realiza, por lo que es una técnica subjetiva. Se han descrito varios métodos para evaluar su precisión y utilidad, pero la heterogeneidad de los estudios publicados dificulta poder compararlos⁹⁻¹³. Sin embargo, de estos estudios se puede extraer una serie de conclusiones: 1) la sensibilidad es baja (particularmente para los ruidos de galope y para los soplos diastólicos), pero la especificidad es elevada; 2) la similitud entre dos observadores es de moderada a baja; 3) a mayor experiencia de los auscultadores, mayor incremento de sensibilidad y de especificidad; 4) existe una correlación positiva entre la sensibilidad y la severidad de la lesión cardíaca.

El alumnado de grado debe conocer la importancia que tiene la adquisición de esta competencia y tener presente que realizar una auscultación cardíaca inadecuada puede impedir un diagnóstico correcto y llevar a cabo un tratamiento adecuado, lo que puede condicionar la evolución clínica del paciente y aumentar los costes sanitarios¹⁴. Por tanto, si se consigue la adquisición de esta competencia en el alumnado de grado es previsible que a lo largo de su trayectoria profesional diagnosticarán mejor la patología cardíaca.

En los últimos años se detectó que era necesario implementar la adquisición de esta habilidad en los estudiantes de medicina y más aún tras la pandemia causada por el SARS-CoV-2. Así, durante la pandemia las prácticas clínicas del grado en Medicina se vieron seriamente afectadas dada la dificultad de asistencia a las mismas, tanto por la sobrecarga asistencial y la necesidad de aislamiento de los pacientes como por la necesidad de cambio a otros modelos de docencia basados en la docencia no presencial¹⁵. Todo ello impidió al alumnado la posibilidad de realizar exploración física a pacientes, con la consiguiente dificultad de alcanzar una curva de aprendizaje óptima en la auscultación cardíaca.

Para entrenar la adquisición de esta competencia existen varias opciones disponibles, tanto libros de texto y documentos educativos¹⁶, como reproductores de MP3¹⁷ y estetoscopios electrónicos modificados¹⁸. Sin embargo, tanto nuestra propia experiencia como docentes como la evidencia recogida en la literatura publicada refleja que lo más efectivo es el entrenamiento basado en simulación^{19,20}, que permita al alumnado familiarizarse tanto con la auscultación cardíaca normal como con los diferentes sonidos patológicos de manera que sepan identificarlos al enfrentarse a una situación clínica real.

La implementación, con la ayuda de la tecnología, de una herramienta que permita el entrenamiento en la escucha de los sonidos cardíacos en el alumnado de grado será de gran ayuda en la formación clínica. Además, la incorporación de las TIC está en sintonía con las demandas actuales en la docencia, donde es preciso integrar modelos educativos flexibles, centrados en el alumnado y enfocados en las competencias cambiando el concepto clásico de la clase magistral. Por

tanto, el objetivo de este trabajo es describir una herramienta de simulación clínica, denominada CardioBeat²¹ y sus posibles aplicaciones en el grado en Medicina.

2. METODOLOGÍA

Para implementar el entrenamiento en la auscultación cardíaca, se ha diseñado una aplicación que permite escuchar sonidos cardíacos reales, tanto normales como patológicos. Para ello se empleó un fonocardiograma, que es un registro gráfico en forma de onda en el cual se puede observar los sonidos cardíacos obtenidos con un fonendoscopio. El fonocardiograma aporta datos sobre la temporización, la intensidad relativa, frecuencia, calidad, tono, timbre y localización precisa de los diferentes componentes del sonido cardíaco, de una forma objetiva y repetible. Una vez obtenido este registro, con un total de 31 ruidos cardíacos diferentes, se contactó con un programador de software y se expuso la idea de crear un asistente virtual de auscultación cardíaca. Así, se diseñó integrar el sonido cardíaco normal con pinceladas teóricas de recuerdo (localización de los focos de auscultación cardíaca o las fases del ciclo cardíaco) de manera que el resultado fuese una aplicación práctica al alcance tanto del alumnado del Grado como de médicos en formación o que ya estuvieran desarrollando su carrera profesional.

La aplicación, denominada CardioBeat²¹, a través de un servicio online permite también detectar tercer y cuarto ruidos (ruidos patológicos) y los distintos soplos cardíacos que el alumnado del grado en medicina y cualquier profesional en el ejercicio de la medicina debe conocer. Así, permite escuchar diferentes soplos:

- 1) Valvulopatía mitral: estenosis mitral, insuficiencia mitral, valvulopatía mitral doble.
- 2) Valvulopatía tricuspídea: insuficiencia tricuspídea.
- 3) Valvulopatía aórtica: estenosis aórtica, insuficiencia aórtica, valvulopatía aórtica doble.
- 4) Valvulopatía pulmonar: estenosis pulmonar
- 5) Persistencia del ductus arterial.
- 6) Comunicación interventricular.
- 7) Comunicación interauricular.
- 8) Roce pericárdico.



ACCESO A LA WEB

Figura 1. Código QR que proporciona acceso a la web de CardioBeat.

Primer ruido cardíaco

Corresponde al cierre de las válvulas auriculoventriculares (mitral y tricúspide), la válvula mitral se cierra antes.

Se oye en dos sitios:

- Punta del corazón (**sonido 1**).
- Zona del foco tricuspídeo (**sonido 2**).

Intervalo PR

Si el intervalo PR es corto, es decir, igual a 0.12 segundos, el primer ruido es acentuado (**sonido 3**).

Si el intervalo PR es normal, es decir, igual a 0.20 segundos, la intensidad del primer ruido es igual a la del segundo ruido (**sonido 4**).

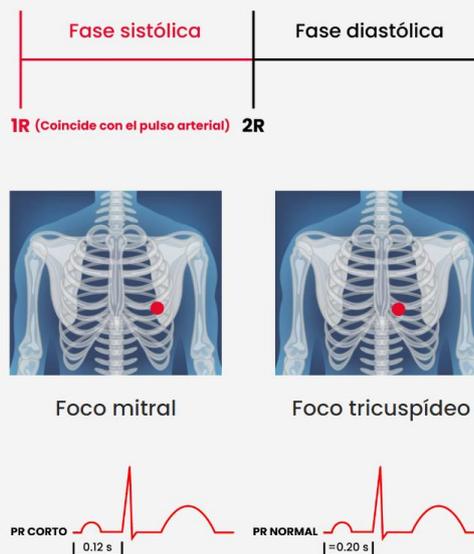


Figura 2. Captura de pantalla correspondiente a la auscultación del primer ruido cardíaco en la web de CardioBeat.

3. RESULTADOS

La aplicación se promocionó entre alumnado de medicina y especialistas en Atención Primaria y Cardiología con una charla de presentación donde se explicaba sus características, su potencial y la aplicabilidad en los diferentes ámbitos de la formación médica, cuyo espectro va desde el alumnado del grado en Medicina hasta profesionales especialistas ya en el ejercicio de la medicina. Además, en junio de 2023 se publicó un manuscrito en la Revista Española de Urgencias y Emergencias, donde se refleja la importancia de la auscultación cardíaca y se presenta la aplicación a la comunidad científica²².

CardioBeat se ha empezado a utilizar desde mayo de 2023 por médicos especialistas en atención primaria, cardiólogos y 5 estudiantes del grado en Medicina como proyecto piloto, sin estar instaurado en este momento en el grado de medicina. Se muestran a continuación los resultados preliminares en relación con el perfil de los usuarios de la aplicación.

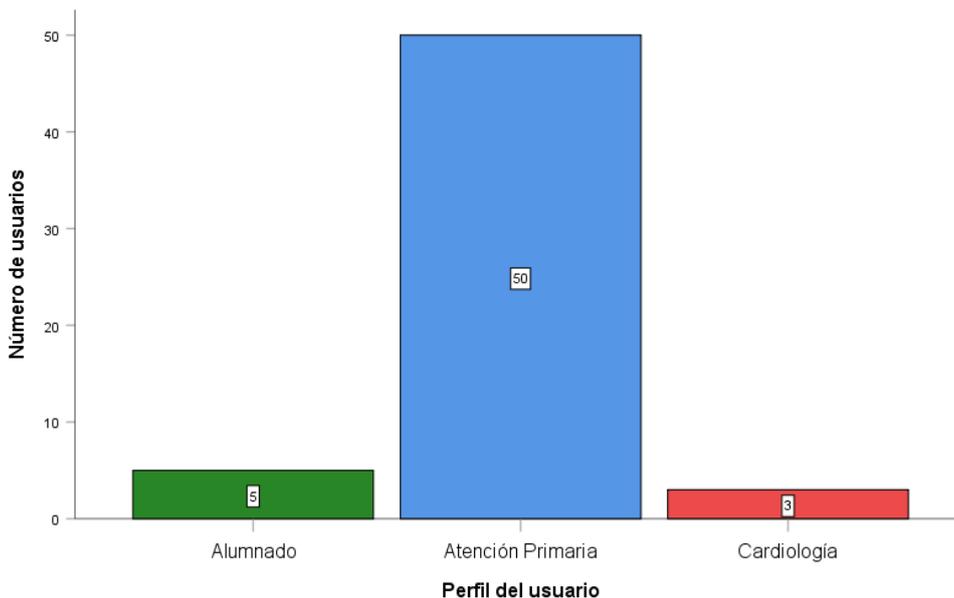


Figura 3. Perfil de los usuarios de CardioBeat.

Cada usuario accedió a la aplicación una media de 16 ± 5 veces durante el mes de mayo, 13 ± 5 veces en junio y 12 ± 6 veces en julio. En los tres meses que se analizan el alumnado accedió un total de 198 veces al programa, los especialistas en Atención Primaria 2162 veces y los especialistas en Cardiología 16 veces.

Los dos primeros grupos accedieron al programa durante los tres meses, mientras que los especialistas en Cardiología solo accedieron durante el mes de mayo. Como era deducible viendo el análisis descriptivo, existieron diferencias entre la media de acceso a la aplicación de Atención Primaria y el alumnado respecto al grupo de Cardiología ($p=0.016$).

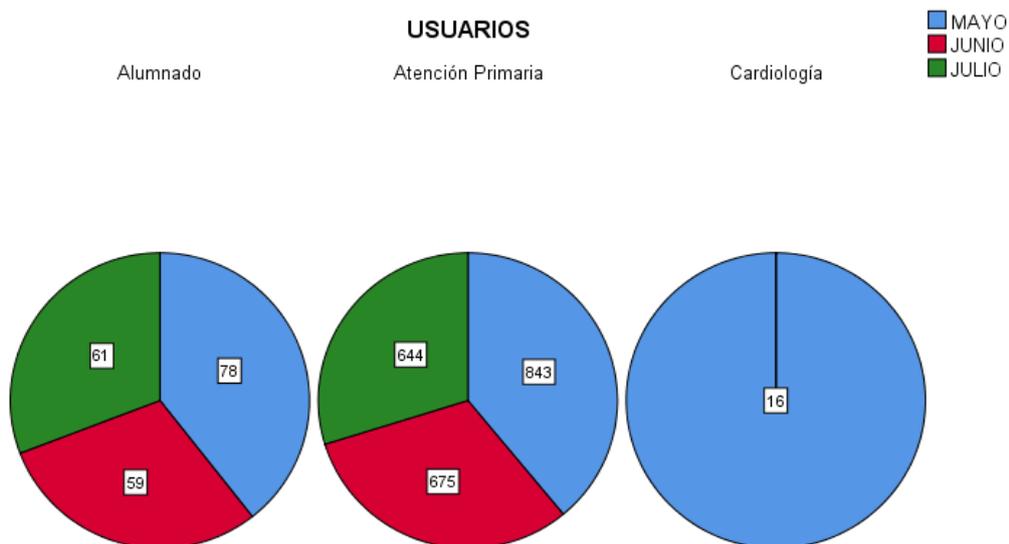


Figura 4. Número de accesos por mes a la web de CardioBeat del alumnado, médicos de atención primaria y cardiólogos.

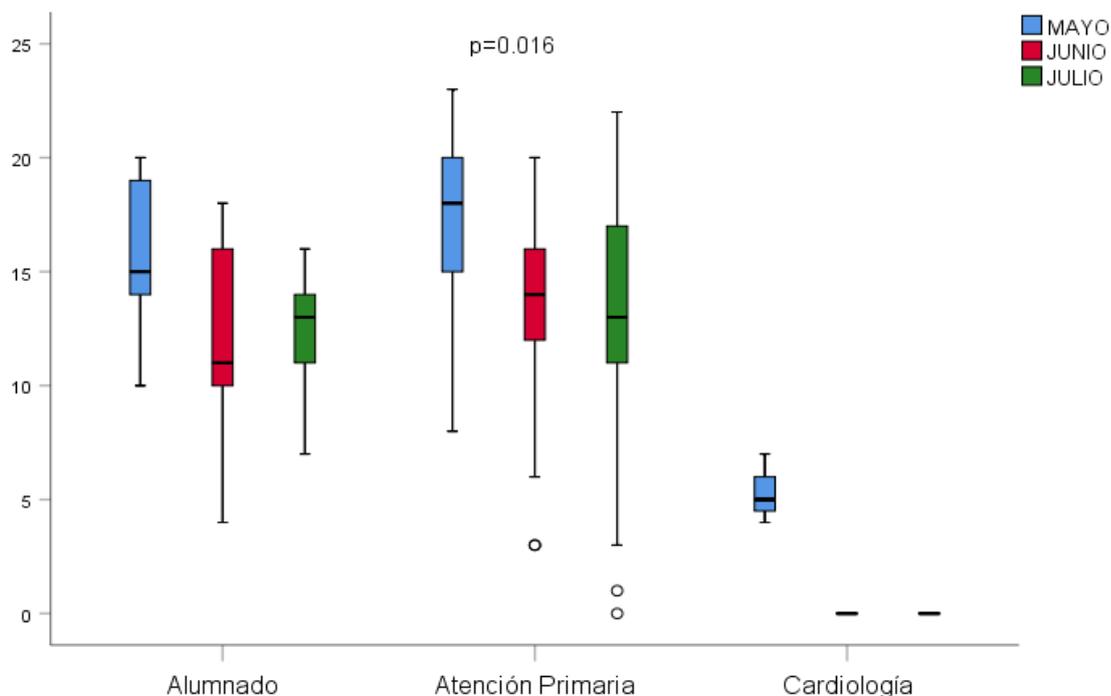


Figura 5. Número medio de accesos a la web de CardioBeat por mes y grupo analizado.

4. DISCUSIÓN

La auscultación cardíaca es una habilidad clínica que debe adquirir cualquier persona que esté en primera línea de atención a un paciente y requiere un entrenamiento previo. CardioBeat permite entrenar la adquisición de esta habilidad y guiar desde los inicios de la formación clínica médica al alumnado del grado en el proceso de auscultación del corazón. Basado en sonidos reales, permite escuchar tanto los ruidos normales como los ruidos patológicos e indica dónde ubicar los focos de auscultación y consigue que se puedan distinguir matices respecto a la duración e intensidad de los ruidos cardíacos.

El proceso de transformación educativa ha orientado la educación de grado a la obtención de competencias. Ya desde 1999, Ron Harden formuló los principios básicos de la educación médica basada en resultados²³, que radica en esencia en que la educación o la formación vienen definidas por una serie de resultados del aprendizaje que indican las competencias profesionales que deben tenerse en el momento de la evaluación. Por otro lado, el desarrollo del Espacio Europeo de Educación Superior potencia la creación de un modelo de enseñanza-aprendizaje enfocado hacia el aprendizaje basado en el trabajo del alumnado y en el que se definan los resultados de aprendizaje en términos de competencias. El Libro Blanco de la ANECA fue el primer documento de carácter nacional, consensuado entre las 27 facultades de medicina españolas en las que se definen las competencias genéricas y específicas que deberían tener el graduado o graduada en Medicina²⁴. En dicho libro se recogen 34 competencias específicas, destacando entre ellas “realizar un examen físico y una valoración mental” y “reconocer las propias limitaciones y la necesidad de mantener y actualizar su competencia profesional prestando especial importancia al aprendizaje de manera autónoma de nuevos conocimientos y técnicas y a la motivación por la calidad”. Es, por tanto, nuestra obligación como docentes enseñar y entrenar al alumnado a realizar una exploración física completa y sistemática, incluida la auscultación cardíaca, que probablemente es la parte de la exploración más complicada de aprender. Además, el alumnado y, por extensión, los profesionales en el ejercicio de la medicina deben ser capaces de reconocer sus limitaciones y de actualizar sus competencias profesionales. Es en estos dos aspectos claves donde se focaliza la utilidad de CardioBeat, tratándose de

una herramienta sencilla y que puede servir de gran ayuda para optimizar la habilidad auscultatoria del alumnado o del clínico.

Al ser la auscultación cardíaca una competencia práctica, se ha demostrado que la repetición del proceso mejora de forma significativa el reconocimiento de los ruidos cardíacos²⁵. No obstante, la enseñanza se ve dificultada porque la formación implica realizar la auscultación en repetidas ocasiones y tiempo, del que es difícil disponer en la práctica clínica diaria para formar al alumnado. El uso de herramientas digitales como CardioBeat puede conseguir solventar esas dificultades y alcanzar el objetivo de entrenar el oído para ser capaz de obtener la máxima información clínica posible al realizar la auscultación cardíaca.

Los resultados que se muestran son derivados de un análisis preliminar del número de usuarios actuales de CardioBeat. Reflejan a nuestro juicio dos datos interesantes: los usuarios del grupo del alumnado y los especialistas en Atención Primaria que han utilizado la aplicación han accedido de forma continuada durante tres meses, lo que indica que les ha servido de utilidad. Sin embargo, el grupo de cardiólogos (todos los facultativos que accedieron a la aplicación eran especialistas en Cardiología) solo accedió durante el mes de mayo. Se les solicitó el acceso a la aplicación para testar la página web y que nos proporcionaran un *feedback* sobre CardioBeat. La interpretación que damos a estos resultados es que los cardiólogos cuentan con un entrenamiento intenso y exhaustivo en la habilidad auscultatoria, por lo que probablemente no precisen del uso de esta herramienta en su día a día.

Como limitación del análisis presentado cabe destacar que no se realizó una encuesta de satisfacción, si bien se ha realizado un seguimiento de los usuarios registrados, y se ha publicado comentarios en la web con una satisfacción del 100%. No se ha incluido un grupo control dado que consideramos que el perfil de usuarios de la aplicación debe ser personal de la rama sanitaria con formación médica (tanto alumnado en formación preclínica o personal ya en ejercicio de la profesión).

5. CONCLUSIONES

La auscultación cardíaca es una competencia clínica que requiere un entrenamiento constante. Se propone una herramienta basada en simulación, CardioBeat, que a través de un servicio online permite también detectar tercer y cuarto ruidos (ruidos patológicos) y los distintos soplos cardíacos que el alumnado del grado en Medicina y cualquier profesional en el ejercicio de la medicina debe conocer. Dados los resultados, con una media de acceso a la aplicación de 14 ± 5 veces y la necesidad que se evidencia en el alumnado de mejorar esta habilidad, la intención es implementar esta herramienta en el grado de Medicina. Como líneas futuras de actuación se plantea analizar el grado de satisfacción de los usuarios de esta herramienta y establecer posibles acciones de mejora, además de evaluar el aprendizaje adquirido en el alumnado del grado una vez se implemente el uso de la aplicación.

REFERENCIAS

- [1] Soto Obrador S., Manual de semiología. 2ª Edición. Editorial Andrés Bello (1978).
- [2] Laënnec R.T.H., -“De l’auscultation médiante ou traité du diagnostic des maladies des pumons et du Coeur”. Paris: Brosson & Chaudé (1819). Second expanded edition, 6-10 (1826).
- [3] Williams CT., “A Lecture on Laennec and the evolution of the stethoscope: Delivered before the Medical Department of the University of Oxford”. Br Med J, 6-8 (1907).
- [4] Frishman WH. “Is the Stethoscope Becoming an Outdated Diagnostic Tool?” Am J Med, 128, 668-669 (2015).
- [5] Mangione S., “Cardiac auscultatory skills of physicians-in-training: comparison of three English-speaking countries”. Am J Med, 110, 210-216 (2001).
- [6] Haring C.M., Cools B.M., van der Meer J.W. and Postma C.T. “Student performance of the general physical examination in internal medicine: an observational study”. BMC Med Educ, 14, 73 (2014).

- [7] Roelandt J.R., “The decline of our physical examination skills: is echocardiography to blame?” *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 15, 249-252 (2014).
- [8] Lam M.Z., Lee T.J., Boey P.Y., Ng W.F., Hey H.W., Ho K.Y. and Cheong P.Y., “Factors influencing cardiac auscultation proficiency in physician trainees”. *Singapore Med J*, 46, 11-14 (2005).
- [9] Rahko P.S., “Prevalence of regurgitant murmurs in patients with valvular regurgitation detected by Doppler echocardiography”. *Ann Intern Med*, 111, 466-472 (1989).
- [10] Marcus G.M., Vessey J., Jordan M.V., Huddleston M., McKeown B., Gerber I.L., Foster E., Chatterjee K., McCulloch C.E. and Michaels A.D. “Relationship between accurate auscultation of a clinically useful third heart sound and level of experience”. *Arch Intern Med*, 166, 617-622 (2006).
- [11] Lok C.E., Morgan C.D. and Ranganathan N. “The accuracy and interobserver agreement in detecting the 'gallop sounds' by cardiac auscultation”. *Chest*, 114, 1283-1288 (1998).
- [12] Kobal S.L., Trento L., Baharami S., Tolstrup K., Naqvi T.Z., Cercek B., Neuman Y., Mirocha J., Kar S., Forrester J.S. and Siegel R.J. “Comparison of effectiveness of hand-carried ultrasound to bedside cardiovascular physical examination”. *Am J Cardiol*, 96, 1002-1006 (2005).
- [13] Roldan C.A., Shively B.K. and Crawford M.H. “Value of the cardiovascular physical examination for detecting valvular heart disease in asymptomatic subjects”. *Am J Cardiol*, 77, 1327-1331 (1996).
- [14] Bank I., Vliegen H.W. and Bruschke A.V. “The 200th anniversary of the stethoscope: Can this low-tech device survive in the high-tech 21st century?” *Eur Heart J*, 37, 3536-3543 (2016).
- [15] Kaul V., Gallo de Moraes A., Khateeb D., Greenstein Y., Winter G., Chae J., Stewart N.H., Qadir N., Dangayach N.S.. “Medical Education During the COVID-19 Pandemic”. *Chest*, 159(5):1949-1960 (2021). doi: 10.1016/j.chest.2020.12.026. Epub 2020 Dec 30. PMID: 33385380; PMCID: PMC7772576.
- [16] Chizner M.A. “Cardiac auscultation: rediscovering the lost art”. *Curr Probl Cardiol*, 33, 326-408 (2008).
- [17] Donato A.A., Kaliyadan A.G. and Wasser T. “Self-directed study using MP3 players to improve auscultation proficiency of physicians: a randomized, controlled trial”. *J Contin Educ Health Prof*, 34, 131-138 (2014).
- [18] Simon E.L., Lecat P.J., Haller N.A., Williams C.J., Martin S.W., Carney J.A. and Pakiela J.A. “Improved auscultation skills in paramedic students using a modified stethoscope”. *J Emerg Med*, 43, 1091-1097 (2012).
- [19] McKinney J., Cook D.A., Wood D. and Hatala R. “Simulation-based training for cardiac auscultation skills: systematic review and meta-analysis”. *J Gen Intern Med*, 28, 283-291 (2013).
- [20] Rüllmann N., Hirtz R., Lee U., Klein K., Mayatepek E., Malzkorn B. and Döing C. “Virtual auscultation course via video chat in times of COVID-19 improves cardiac auscultation skills compared to literature self-study in third-year medical students: a prospective randomized controlled cross-over study”. *GMS J Med Educ*, 14, 39(2): Doc21. (2022) doi: 10.3205/zma001542. PMID: 35692368; PMCID: PMC9174067.
- [21] CardioBeat. (Consultado 1 Octubre 2023). Disponible en: <https://cardiobeat.es/>
- [22] Domínguez-Rodríguez A., Domínguez-González V. and Domínguez-González V. “Papel de la auscultación cardiaca en el siglo XXI: la importancia de la formación”. *Rev Esp Urg Emerg*, 2, 180-182 (2023).
- [23] Harden R.M., Crosby J.R., Davis M.H. and Friedman M. AMEE Guide No. 14: “Outcome-based education: Part 5-From competency to meta-competency: a model for the specification of learning outcomes”. *Med Teach*, 21, 546-52 (1999).
- [24] Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. Libro Blanco. Título de Grado en Medicina (2005).
- [25] Barret M.J., Lacey C.S., Sekara A.E., Linden E.A. and Gracely E.J. “Mastering Cardiac Murmurs”. *Chest*, Vol 126, 2, 470-475 (2004). doi: <https://doi.org/10.1378/chest.126.2.470>