

# El papel formativo del laboratorio en la enseñanza de las ciencias fisiológicas

Rosalinda Guevara-Guzmán<sup>1\*</sup> y María Esther Urrutia Aguilar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio sensorial, Departamento de Fisiología, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México; <sup>2</sup>Departamento de Apoyos Académicos, Secretaría General, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, México DF

## Resumen

La enseñanza de la fisiología comienza con Galeno (c. 126-199 d.C.), considerado el iniciador de la fisiología experimental. La consolidación de esta disciplina tuvo lugar en el siglo XIX con los descubrimientos de Claude Bernard, que influyeron en la decisión de las universidades de enseñar esta disciplina de forma independiente de la anatomía. En México, la enseñanza de la fisiología se inició en 1580; a principios del siglo XIX, Valentín Gómez Farías creó la cátedra de Ciencias Médicas, y Daniel Vergara Lope realizó su consolidación al implementar un curso de laboratorio. José Joaquín Izquierdo estableció que esta asignatura debía ser enseñada por docentes con experiencia en la investigación. No cabe duda de que hoy la enseñanza formativa de la fisiología que se realiza en el laboratorio debe fortalecer en el estudiante la aplicación del método y la metodología científica. En este simposio se propone que el cambio en la enseñanza de la fisiología debe fomentar la investigación multidisciplinaria en el estudiante, quien se planteará una pregunta de investigación y desarrollará un modelo experimental, lo que le permitirá integrar los conocimientos básicos de las áreas fisiológica, farmacológica, bioquímica y de la anatomía funcional bajo la supervisión de un docente investigador.

**PALABRAS CLAVE:** Enseñanza. Fisiología. Laboratorio multidisciplinario.

## Abstract

Physiology teaching began with Claudius Galenus (c. 126-199 AD), known as Galen, who is considered the initiator of experimental physiology. This discipline was consolidated in the XIX century with the discoveries of Claude Bernard, which influenced the way of teaching this discipline in universities, independently from Anatomy. In Mexico, physiology teaching started in 1580. It was at the beginning of the XIX century when Valentín Gómez Farías created the professorship in Medical Sciences and Daniel Vergara Lope carried out its consolidation when he implemented a lab course. Doctor José Joaquín Izquierdo established that this subject ought to be taught by teachers with experience in research. Undoubtedly, formative physiology teaching carried out in labs must strengthen the application of method and scientific methodology in students. In this symposium, we put forward that the change in physiology teaching must promote multidisciplinary research in students, who will formulate a research question and develop an experimental model that will let them integrate their basic knowledge of physiology, pharmacology, biochemistry, and functional anatomy under the supervision of a research teacher. (Gac Med Mex. 2014;150 Suppl 3:365-8)

**Corresponding author:** Rosalinda Guevara Guzmán, rguevara@unam.mx

**KEY WORDS:** Teaching. Physiology. Multidisciplinary laboratory.

## Correspondencia:

\*Rosalinda Guevara Guzmán  
Laboratorio sensorial  
Departamento de Fisiología  
Facultad de Medicina.  
Avda. Universidad, 3000, Circuito interior, Edificio A, 4.º piso  
Ciudad Universitaria, C.P. 04510, México, D.F.  
E-mail: rguevara@unam.mx

Pertinencia de las ciencias básicas en la educación médica  
Academia Nacional de Medicina, 2 de abril de 2014

Fecha de recepción: 09-06-2014

Fecha de aceptación: 16-06-2014

El médico griego Galeno (c. 126-199 d.C.) es considerado el iniciador de la fisiología experimental con sus trabajos sobre la circulación de la sangre, donde suponía que el alimento se convertía en quilo y éste, en sangre venosa en el hígado. No olvidemos que durante más de mil años la Iglesia cristiana había controlado el pensamiento del mundo provocando un estancamiento en el desarrollo de las ciencias naturales. No fue hasta 1543 cuando Andreas Vesalio otorgó al mundo el impreso *Humani corporis fabrica*, considerado como un aporte importante a la anatomía, más que a la fisiología.

Desde el principio la anatomía avanzó con mayor rapidez que la fisiología, y hasta que ésta no se liberó de las ataduras galénicas no pudo hablarse de fisiología humana. Cabe destacar tres obras: *Universa Medica*, de Jean Fernel (1497-1558), que apareció en 1544 y en la que destacan la estructura y funciones del cuerpo humano; *Physiologia Medica*, de Theodor Zwinger (1533-1588), publicada en 1610; y *De Homine*, de René Descartes (1596-1650), que apareció en 1662.

Durante los siglos XVI y XVII, los fisiólogos fueron aumentando gracias a que la física, la química y las matemáticas comenzaron a prestar atención a la fisiología<sup>1</sup>.

Con los descubrimientos de William Harvey (siglo XVII) y sus estudios basados en la experimentación y el cálculo numérico quedó descrito el funcionamiento del sistema circulatorio en el libro *Exercitatio anatomica motu cordis et sanguinis in animalibus* (Sobre el movimiento del corazón y de la sangre de los animales); este libro es considerado un hito de la medicina y su autor, el verdadero padre de la fisiología. Malpighi (1628-1694) descubrió en 1661 los capilares en el pulmón de la rana, cerrando así el circuito harveyano de la circulación<sup>1</sup>. La siguiente contribución importante a la fisiología del sistema circulatorio fue la de Lazzaro Spallanzani (1729-1799), quien en sus últimos años de vida explicó la conversión del oxígeno en bióxido de carbono<sup>2</sup>.

El siglo XIX se caracterizó por los avances de la medicina, entre ellos, los descubrimientos de Claude Bernard (1813-1878), principal creador de la fisiología general, y su concepto de medio interno, que más tarde sería retomado y defendido como «homeostasis» por el fisiólogo estadounidense Walter Cannon (1871-1945). La importancia de la fisiología para la medicina fue señalada por Claude Bernard, que dijo: «Las enfermedades no son, en el fondo, más que fenómenos fisiológicos en condiciones nuevas que se trata de determinar». Bernard era médico y, como tal,

tuvo siempre presente la importancia de la medicina experimental. De él se ha dicho que no ejercía la medicina, sino que la creaba. Bernard señaló la importancia de estudiar experimentalmente la manera en que se producen las enfermedades, ya que la medicina había sido puramente empírica o conjetural<sup>3</sup>.

A partir de entonces, las universidades comenzaron a enseñar la fisiología como una disciplina independiente de la anatomía (anteriormente era considerada un apéndice de ésta).

En México, la enseñanza de la fisiología empezó en 1580 cuando la Real y Pontificia Universidad de México estableció la cátedra de Medicina (cátedra prima). En 1727, Marcos José Salgado escribió el primer tratado de fisiología del continente americano. Salgado, profesor de la cátedra, era fundamentalmente aristotélico y galénico, lo que le impidió vislumbrar el gran significado del método experimental.

Durante el último cuarto del siglo XVIII, en las Universidades de Viena y Göttingen, la clínica se había convertido en el pilar de la enseñanza médica, y la anatomía, la fisiología y la química se habían desarrollado considerablemente, pero nuestra universidad se había quedado muy lejana a esos progresos. En Göttingen trabajaba Albrecht von Haller (1708-1777), quien demostró que los espacios pleurales de un animal sumergido en el agua no contienen aire<sup>4</sup>. A finales del siglo XVIII, Carlos III emitió una cédula en la que, entre otros mandatos, ordenaba que el profesor de medicina explicara «el uso de las partes de anatomía», quizá preludio de una cátedra formal de fisiología; no hay que olvidar que esta universidad estaba, como México, bajo el dominio de la colonia<sup>5</sup>.

El médico Valentín Gómez Farías (1781-1858) reformó la educación médica y creó el Establecimiento de Ciencias Médicas. Así, apareció la cátedra de Fisiología e Higiene en el nuevo programa de estudios médicos, en tanto que en Londres tuvo lugar en 1836 y en Harvard, en 1871<sup>4</sup>. La clase fue impartida durante 27 años por el profesor Manuel Carpio y los textos utilizados fueron las obras de Magendie y Tourtelle; además, Carpio es considerado el primero que experimentó con animales vivos a partir de 1839<sup>4</sup>. Es significativo que se escogiera la obra de Magendie (1783-1855), pues este destacado fisiólogo francés postulaba que la fisiología requería de la experimentación empírica, de la química y de la física, además de ideas innovadoras<sup>5</sup>. Después, la fisiología estuvo marcada por Ignacio Alvarado, un gran seguidor del positivismo que impartió la cátedra de 1862 a 1876, que por su

disciplina, fue considerado como un gran profesor de fisiología. José María Bandera fue el catedrático de fisiología de 1876 a 1909; no se interesó por la filosofía científica ni la experimental, ni se preocupó por organizar la enseñanza práctica de laboratorio, que en ese tiempo tomaba fuerza en el ámbito internacional. Incluso circulaba ya un manual escrito por Beaunis, publicado en dos ocasiones (1876 y 1881), que contenía un capítulo destinado al laboratorio de fisiología donde quedaba plasmado su pensamiento: «Los laboratorios son para el fisiólogo lo que las salas de hospital son para el médico». La consolidación de la cátedra de Fisiología la realizó Daniel Vergara Lope de 1909 a 1914; fue un científico experimentalista a quien el director de la escuela, Eduardo Liceaga, encomendó desarrollar un curso de laboratorio independiente del curso teórico, para lo cual se construyó el primer laboratorio de la Escuela de Medicina<sup>4</sup>. Entre 1925 y 1932, Ocaranza logró que el pensamiento fisiológico se constituyera en la principal guía de los estudios médicos, con su pensamiento de que la fisiología debía ser enseñada casi exclusivamente en el laboratorio bajo la vigilancia del profesor y con la conducción de un preparador. Asimismo, José Joaquín Izquierdo, en su libro *La fisiología en México* (1934)<sup>4</sup>, estableció que esta asignatura debía ser enseñada por docentes con experiencia en la investigación (verdaderos experimentadores).

Desde la década de 1950 y hasta la de 1980, la enseñanza de la fisiología en la Facultad de Medicina se dividió en teórica y práctica. El modelo que se aplicaba consistía en una serie de prácticas básicas siguiendo un manual, en donde el estudiante reproducía cada práctica como un recetario de cocina (repetir la práctica hasta reproducir el resultado de un experimento clásico), sin que se desarrollara en él una actitud reflexiva y participativa, sino todo lo contrario. En estas mismas décadas, se introdujeron los modelos en computadora y/o por demostraciones de vídeo perdiendo el estudiante la capacidad de observación, y entonces la enseñanza se convirtió en mecanicista.

A finales de la década de 1980 y principios de la de 1990, la enseñanza práctica de la fisiología consistía en sesiones de laboratorio en el que se integraban equipos de cuatro o cinco alumnos. Se planteaba una pregunta de investigación y los estudiantes la discutían con el profesor de laboratorio, para a continuación desarrollar el modelo experimental (proyectos libres); el «conejillo de Indias» podía ser un animal de experimentación (rata, ratón, gato o perro) o los propios

estudiantes. A continuación, se realizaba la parte experimental utilizando los conocimientos de los estudiantes en el área básica y las técnicas bioquímicas, fisiológicas o farmacológicas, lo que los inducía a la búsqueda de información, una actitud reflexiva y el desarrollo de habilidades.

No cabe duda de que hoy en día la fisiología, como disciplina fundamental en el contexto de las ciencias básicas, debe contribuir a fortalecer en el estudiante la aplicación del método y la metodología científica, para que sea capaz de formular hipótesis al observar un fenómeno biológico, comprender cómo se genera el conocimiento científico, aprovechar las fuentes de información, utilizar los conocimientos adquiridos y aplicarlos a la solución de problemas. Hay que recordar que la enseñanza de la fisiología tiene como objetivo general el conocimiento de las funciones del organismo, la adquisición de la metodología necesaria para su estudio y el desarrollo de actitudes frente a la conservación de la salud y el tratamiento de la enfermedad a la que se enfrentará el estudiante en su ejercicio profesional. Esto proveerá al futuro médico de un conocimiento integral de la macroestructura del cuerpo, las funciones de los órganos, la bioquímica y los mecanismos farmacológicos, y, por ende, del funcionamiento normal y los orígenes de la enfermedad, así como de sus posibles terapéuticas<sup>6,7</sup>.

Por todo ello, el siglo XXI plantea un reto de cambio en la enseñanza de la fisiología de un modelo tradicional de tipo conferencia a una enseñanza participativa donde el laboratorio desempeñe un papel primordial.

Fundamentalmente, el Plan de Estudios 2010 que se imparte en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) tiene como objetivo impartir una enseñanza a la vanguardia de las tendencias de la educación médica nacional e internacional, que responda a la situación cambiante del sistema de salud y a las necesidades y expectativas de la sociedad, además de considerar el contexto epidemiológico y el compromiso social del médico, todo ello bajo un marco de acción-reflexión ética y humanista. Para dar cumplimiento a ello, lo primero que debería considerarse en el programa de la asignatura de fisiología es la enseñanza de los conocimientos básicos que el estudiante debe adquirir, lo que en el idioma sajón conocemos con el nombre de *core curriculum*, o currículo nuclear, que representará el núcleo de la docencia de la fisiología en las facultades de medicina.

En el contexto del Plan de Estudios 2010, en la enseñanza de la fisiología el laboratorio adquiere mayor

relevancia, pues es en él donde se adquieren los conocimientos procedimentales. De ahí que nuestra propuesta se base en enseñar en un laboratorio multidisciplinario, cuyo actor principal sea el estudiante, que se planteará una pregunta de investigación y desarrollará el modelo experimental, que deberá dar respuesta a la pregunta e integrar los conocimientos básicos del área fisiológica, farmacológica, bioquímica y de la anatomía funcional. Estamos hablando de una enseñanza transdisciplinaria.

La fisiología siempre ha sido una ciencia experimental; por lo tanto, su enseñanza debe descansar en la experimentación y el método científico, lo cual se logra en los laboratorios. Recordemos nuevamente a William Harvey, quien describió el sistema circulatorio en el siglo XVII, el pilar fundamental para el desarrollo de la fisiología experimental. O bien a Albrecht von Haller, quien acuñó la frase «La fisiología es la anatomía en movimiento». O al gran fisiólogo Claude Bernard y la medicina experimental, que estableció la importancia de la enseñanza de la fisiología experimental como la parte más científica de la medicina; señaló que los médicos jóvenes adquirirían con su estudio hábitos científicos que emplearían en la investigación patológica y terapéutica<sup>3</sup>. Desde esa época hasta la actualidad, un sinnúmero de fisiólogos han hecho aportaciones importantes al avance del conocimiento a través de la experimentación. Según John Dewey (1859-1952), «toda auténtica educación se efectúa mediante la experiencia», y ésta debería desarrollar en el estudiante capacidades reflexivas y el pensamiento, el deseo de seguir aprendiendo, así como los ideales democrático y humanitario<sup>8</sup>.

El modelo de aprendizaje por descubrimiento tiene su base en el pensamiento inductivo. Los estudiantes requieren ciertas destrezas, como realizar observaciones, plantear preguntas, examinar libros y otras fuentes, planificar investigaciones, revisar lo que se sabe a la luz de la evidencia experimental, recoger, analizar e interpretar datos, proponer preguntas, explicaciones y predicciones, y, finalmente, comunicar los resultados<sup>9-12</sup>.

Parece muy difícil que una preparación superficial enfocada sólo en contenidos declarativos pueda suministrar una formación científica. Un trabajo de investigación requiere primeramente un conocimiento bibliográfico exhaustivo del tema, para no correr el

riesgo de descubrir lo ya descubierto y evitar caer en los errores en que han caído otros. Esta revisión bibliográfica significa el manejo de decenas de revistas y libros, a menudo en varios idiomas. Luego es necesario plantear el problema a investigar con toda precisión y claridad; ésta es una de las mayores contribuciones que la práctica de la investigación hace a la formación del espíritu científico. Deberíamos, por tanto, reducir la cantidad de información que los estudiantes deben memorizar y promover que éstos sean más activos e independientes a la hora de estudiar y resolver problemas<sup>13</sup>.

En este modelo, el docente debe adoptar el método científico como estrategia de enseñanza para facilitar la indagación, la reflexión, la observación sistemática y el espíritu científico; tiene que facilitar la integración de conocimiento, y sus criterios y formas de evaluación deben dirigirse a las habilidades integradas, a diversas formas de conocimiento (declarativo, procedimental, actitudinal). Por lo tanto, el docente que imparte las prácticas de fisiología bajo este enfoque debe cumplir con el perfil de un investigador experimentado que puede guiar al estudiante en la aplicación del método científico, alejándose de lo que sucede actualmente: los estudiantes que han cursado la asignatura con buenos resultados aprueban un curso de formación docente y se convierten en los profesores que imparten el laboratorio de fisiología.

## Bibliografía

1. Figueroa H. Historia de la fisiología en Guatemala. Guatemala: Centro Editorial Guatemala; 1958.
2. Foster M. Lectures on the history of physiology during the sixteenth, seventeenth and eighteenth. EE.UU.: Cambridge University Press; 1901.
3. Izquierdo JJ. Introducción al estudio de la medicina experimental. México: Universidad Nacional Autónoma de México; 1994.
4. Izquierdo J. La fisiología en México. México: Casa Editorial Cultura; 1934.
5. Rodríguez de Romo AC. Fisiología mexicana en el siglo XIX: la enseñanza. *Asclepio*. 2000;LII(1):217-23.
6. Campbell EJ. Basic science, science, and medical education. *Lancet*. 1976;1(7951):134-6.
7. Sweeney G. The state of play in 1999: closing remarks. *Clin Invest Med*. 2000;23:37-8.
8. Díaz Barriga F. Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Rev Elec de Inves Educ*. 2003;5(2). [Internet] Disponible en: <http://redie.ens.uabc.mx/vol5no2/contenido-arceo.html>
9. Joyce B, Weil M. Modelos de enseñanza. Madrid: Anaya; 1985.
10. Jiménez Alexandre MP. Diseño curricular: Indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. 1998;16(2):203-16.
11. Puente Ferreras A. Cognición y Aprendizaje. *Fundamentos Psicológicos*. Madrid: Pirámide; 2003.
12. Nieto Gil JM. Estrategias para mejorar la práctica docente. Madrid: CCS; 2004.
13. Lujan HL, Di Carlo SE. Too much learning, not enough learning: what is the solution? *Adv Physiol Educ*. 2006;30(1):17-22.