

Historia de los retos actuales de la Fisiología Experimental

History of the present challenges of Experimental Physiology

Nibaldo Hernández Mesa

Doctor en Ciencias Médicas. Especialista Segundo Grado Fisiología normal y patológica. Profesor Titular. Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. Instituto de Ciencias Básicas y Preclínicas "Victoria de Girón". La Habana, Cuba. nibaldomesa@gmail.com

Cómo citar este artículo:

Hernández Mesa N. Historia de los retos actuales de la Fisiología Experimental. Revista Habanera de Ciencias Médicas [revista en Internet]. 2017 [citado 2017 Sep 15];16(4):[aprox. 0 p.]. Disponible en: <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/2087>

Recibido: 24 de febrero de 2017

Aprobado: 12 de julio de 2017

RESUMEN

Introducción: La fisiología experimental es una ciencia exitosa como muestra el volumen de sus resultados, publicaciones, sociedades, así como el premio Nobel. No obstante, hoy enfrenta nuevos retos. Entre estos: concepciones animistas de nuevo tipo, presiones diversas que dificultan la experimentación y reduccionismo a otras disciplinas.

Objetivo: Obtener en la historia las pistas que contribuyan a enfrentar los desafíos de la Fisiología actual.

Material y Métodos: El método histórico-lógico se utilizó, desde la etapa de las cavernas hasta el origen de la Fisiología experimental y su establecimiento definitivo.

Resultados: Se encontró una secuencia de apariciones y desapariciones de los retos. La

interpretación animista de las funciones comenzó cuando el hombre vivía en cuevas y concluyó en Grecia con los physiologi. La prioridad proclamada por Aristóteles de la observación catalizó el nacimiento de la Anatomía y se favoreció el reduccionismo de la Fisiología. Poco después del origen de la Fisiología con Harvey (1628), hubo intentos de reducir la Fisiología a leyes físicas (iatrofísica) y químicas (iatroquímica) que fracasaron. Estos fallos guiaron al resurgimiento del nuevo animismo desarrollado por Stahl y Barthez. Finalmente, la consolidación de la fisiología experimental en el siglo XIX significó: a) el fin del reduccionismo; b) la superioridad de la experimentación; c) el colapso del animismo Stahl-Barthez y el preformismo.

Conclusiones: La Fisiología enfrenta actualmente

desafíos con raíces en el pasado; los retos del presente tienen una secuencia de apariciones y desapariciones.

ABSTRACT

Introduction: Experiment Physiology is a successful science as it is shown in the amount of results, publications, societies, and the Nobel Prize. However, it faces new challenges today. Among them, we can mention: animist conceptions of a new type, diverse pressures that make experimentation difficult, and reductionism to other disciplines.

Objective: To obtain, from history, the clues that contribute to face the challenges of present Physiology.

Material and Method: The historical-logical method was used, from the era of the caves to the origin of experimental physiology and its final establishment.

Results: A sequence of appearance and disappearance of the challenges was found. The animist interpretation of the functions began when the man used to live in caves, and finished in Greece with the physiologi. The priority of observation proclaimed by Aristotle c atalyzed

INTRODUCCIÓN

Este trabajo está motivado por algunas dudas acerca del lugar que ocupa actualmente la Fisiología entre las ciencias de la vida. Algunos consideran que la Fisiología puede reducirse,¹ a disciplinas como la Bioquímica, Biología molecular u otras disciplinas como la Genética en un neopreformacionismo.² Con el advenimiento de técnicas de imágenes muy potentes como resonancia magnética funcional

Palabras claves: Fisiología experimental, desafíos, physiologi, Aristóteles, método histórico lógico, William Harvey, iatroquímica, iatrofísica.

the beginning of Anatomy, and reductionism benefitted from Physiology. Shortly afterwards the origin of Physiology with Harvey (1628), there were attempts to reduce Physiology to physical (iatrophysics) and chemical laws (iatrochemistry), which both failed. These failures lead to the appearance of the new animism developed by Stahl and Barthez. Finally, the consolidation of experimental physiology in the 19th Century meant: a) the end of reductionism; b) the superiority of experimentation; c) the disappearance of Stahl-Barthez animism, and preformism.

Conclusions: At present, Physiology faces challenges that are due to the past; these present challenges have a sequence of appearances and disappearances.

Keywords: Experimental Physiology, challenges, physiologi, Aristotle, historical-logical method, William Harvey, iatrochemistry, iatrophysics.

(RMNf)³⁻⁵ y tomografía de emisión de positrones (TEP)⁶⁻⁸ hay quien considera que las funciones se explican por el sustrato anatómico-funcional tan preciso que permiten y hacen innecesarios los experimentos fisiológicos. Finalmente, en la actualidad se han reavivado concepciones neo animistas-vitalistas que deben atenderse.

OBJETIVO

El objetivo de la revisión es el de encontrar pistas en la historia de la Fisiología que

contribuyan a enfrentar los retos que presenta la disciplina actual.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se empleó el Método histórico-lógico; lo histórico consistió en seguir la trayectoria de las interrogantes acerca de las funciones vitales que se hicieron en la antigüedad nuestros antecesores. Lo lógico tratando de evidenciar los antecedentes, inicio y consolidación de la fisiología experimental. Lo histórico, con referencia a lo lógico como lo primario. La lógica reflejando los momentos y consideraciones fundamentales de la historia.⁹

Con el método histórico-lógico⁹ se propone

primero el concepto de Fisiología con mayor consenso como premisa para seguir el sendero de la historia de la Fisiología experimental desde la época de las cavernas hasta el presente cuando la fisiología exitosa está enfrentando desafíos que tienen varias causas que son naturales en toda ciencia. Las fuentes primarias fueron artículos históricos y de revisión del tema y artículos recientes que muestran el impacto actual de la Fisiología.

DESARROLLO

Los hitos en la construcción de la Fisiología experimental se inician en la era antes de la escritura, prosigue en las culturas antiguas Mesopotamia-Sumeria, Egipto, India y China. Prosigue con Grecia y su continuidad con Roma. El estancamiento de la Edad Media en Europa. El Renacimiento y el inicio de la Fisiología experimental con William Harvey,¹⁰ su establecimiento con Claude Bernard desde 1859 y su desarrollo hasta el presente.

El concepto de Fisiología en la actualidad

Se entiende la fisiología, como la ciencia que tiene por objeto el estudio de las funciones de los seres orgánicos. El origen de la palabra (del griego phisios "naturaleza" y logos "regla", o quizás "lógica") generalmente se asume como estudio o conocimiento es próximo al significado indio y chino de Fisiología como lógica de la vida. Jan Fernel utilizó por vez primera el término griego en 1542 por tanto, no es apropiado

hablar de Fisiología como tal antes de esta fecha y a partir de ese momento se propusieron muchos conceptos hasta llegar a la definición aceptada por consenso actual de Claude Bernard (1813-1878), como "el conocimiento de las causas de los fenómenos de la vida en estado normal, el cual nos enseñará a mantener las condiciones normales de la vida y a conservar la salud".¹¹

Importancia de conocer la Historia de la Fisiología

La importancia de investigar el pasado de la Fisiología puede explicarse con tres argumentos: 1. El pasado contiene las bases del presente aunque sin determinismo mecánico; 2. Los logros que se fueron obteniendo en el pasado condujeron al presente; 3. Los retos del pasado pueden estarse reiterando hoy.^{12,13} De ahí la conveniencia de profundizar en el pasado, ya que en toda ciencia es necesario conocer el pasado

para comprender mejor el presente e intentar entonces predecir el futuro.^{12,13} Con esa óptica se acude a la historia resumida de la Fisiología experimental y sus controversias desde la antigüedad hasta el presente.

Antecedentes de la Fisiología en las cuevas. *(Las pruebas se encuentran en las pinturas rupestres, en instrumentos y en cráneos trepanados)*

La preocupación por las funciones que mantienen al ser humano vivo comenzó desde el mismo inicio de la sociedad. Se han encontrado en cuevas cráneos con orificios que fueron realizados con propósito terapéutico. Algunas pinturas encontradas en cuevas de Europa indican que los antiguos conocieron el carácter vital del corazón. El uso muy antiguo de plantas medicinales para tratar dolores testimonia en el mismo sentido. Por ensayo y error los primeros humanos fueron adquiriendo conocimientos de las funciones normales y anormales; sin embargo, la Fisiología experimental no podía existir porque carecía del sustento filosófico necesario que solo aparecería en Grecia.

Antecedentes en Mesopotamia-Sumeria. *(Los datos aparecen en las tablillas sumerias (3000-2000 AC) y el Código de Hamurabi, 2000 AC).*

Son creencias mágico-religiosas a partir de una concepción divina del universo, creado por los dioses. La Medicina se refería a la enfermedad causada por malos espíritus y su tratamiento consistía en exorcismos recitados por el médico. Consideraban al corazón, los riñones y el "vientre" como el origen de los movimientos del alma (emociones), la inteligencia, la bondad y la maldad. El hígado fue considerado como el órgano en el que tenían su sede las emociones. En consecuencia, salvo escasos conocimientos anatómicos, no existió una Fisiología

experimental.¹⁴

Egipto. Los reportes aparecen en: Papiro de Ebers (3 000 años AC); Papiro de Edwin Smith (1 500 años AC)

La Anatomía se desarrolló en Egipto más que en otras regiones de la antigüedad debido a los trabajos de momificación de cadáveres. En el Papiro de Ebers (3000 años AC) se describe el embalsamamiento de cadáveres con un buen conocimiento de la anatomía del cerebro, de las meninges y el líquido cefalorraquídeo. En el cerebro residían los mecanismos de control del cuerpo. La posición del corazón, como fuente de los vasos sanguíneos se destaca en el papiro. En el Papiro de Edwin Smith se describe la circulación de la sangre en relación con el corazón y el pulso. Se describe la sangre, partiendo del corazón y llegando a todos los órganos del cuerpo. Comenzaron a aparecer conocimientos anatómicos y algunos de funciones puede decirse que, debido al equivocado enfoque filosófico místico, no pudo desarrollarse tampoco en Egipto una fisiología experimental.¹⁴

India. El texto hindú clave es el CharakaAnhita (200 años AC) de Ayurveda

El conocimiento, o la creencia, fisiológica en la antigua India se encuentra en el sistema clásico de la medicina que se conoce con el nombre de Ayurveda ("ciencia de la vida"), con más de 5 000 años. La concepción védica del ser humano es holística. Toda la materia se compone de cinco elementos básicos: tierra, agua, fuego, viento y espacio. El cuerpo humano se compone de derivados de esos cinco elementos en forma de humores, tejidos y productos de desecho. Los humores son los tres factores fisiológicos del cuerpo: vata, pitta y kapha. Vata representado por el sistema nervioso; Pitta es la causa de todos

los procesos metabólicos Kapha base de la cohesión. Los tres humores juntos determinan la constitución fisiológica del individuo. Los tejidos se clasifican en siete categorías. Los productos de desecho son la orina, las heces y el sudor. Los procesos metabólicos se llevan a cabo por la acción de tres grupos de factores: Jatharagni, responsable de la digestión de las sustancias nutritivas. Panchabhutagnis, combinando los cinco elementos básicos del cuerpo. Dhatvagnis, que contiene factores para la generación de los tejidos. En condiciones normales, los humores, los tejidos y los productos de desecho se encuentran en un equilibrio que determina la salud. Aunque basada en dioses e ideas animistas, en la India antigua se desarrolló un sistema fisiológico con una lógica de la vida que se originó por los dioses, pero al que los hombres podían investigar por su libre albedrío. Puede afirmarse en consecuencia que en la India hay antecedentes de la fisiología experimental que influyeron más tarde en China y Grecia.¹⁴

China. *(Los reportes directos se encuentran en el Primer tratado de medicina china, el Huang Di NeiJing o Tao Te Jing escrito por Lao Tzu, 600 y 200 AC)*

Los conceptos fisiológicos en la antigua China están unidos a los conceptos médicos igual que en la India. En el S II AC los chinos conocían los ritmos circadianos del cuerpo humano, practicaban el aislamiento de fluidos ricos en hormonas cuya naturaleza y propiedades en general se desconocían. Conocían la circulación de la sangre. Los antiguos chinos conocían 28 tipos de pulso que intuían de la bomba cardiaca. La medicina china antigua, como la hindú, se basó en una concepción holística y espacial del individuo en su medio. El ser humano en salud se

veía parte de un mundo que estaba en continua interacción, con los estados mentales, la dieta y el estilo de vida jugando un papel decisivo. Los principios fisiológicos se basan la creencia del Tao, que establece que en el universo hay dos fuerzas opuestas e iguales: Yin, y Yang existiendo una interacción natural entre los potenciales opuestos de esas dos fuerzas que se manifiesta como un flujo de energía llamado Chi. Considera que en el cuerpo hay varias formas de Chi, pero que la forma más importante es el que fluye a lo largo de los 12 meridianos de líneas de energía, que se asocian con los principales órganos del cuerpo. El flujo de Chi está regulado por la hora del día, las estaciones del año, los cinco elementos (fuego, tierra, metal, agua y madera) y por factores internos como emociones, nutrición y descanso. La fisiología tradicional china considera que las funciones del cuerpo humano son el resultado de la relación opuesta, unitaria y coordinada entre el yang (función) y el ying (sustancia). En China como en la India se puede ver que existía y aún existe un sistema de la fisiología normal y anormal dentro del seno de la medicina donde la Fisiología se considera como lógica de la vida. Por ello la fisiología encontró en China otro antecedente importante.¹⁴

Grecia

Durante la Grecia antigua todo giraba alrededor de la mitología, llena de dioses que eran muy parecidos a los seres humanos con sus sentimientos y pasiones. Se creía que Asclepio (Dios de la Medicina, hijo de Febo,) tuvo varias hijas, una de ellas llamada Hygia (Salud-higiene) y otra Panacea (remedio para todos los males).¹⁴ Pitágoras fue un gran matemático y llevó su teoría de los números a las ciencias naturales. Según los pitagóricos, algunos números tenían un

significado preciso siendo los más importantes el 4 y el 7: 7 multiplicado por 4 es igual a 28, que es la duración, en días, de un mes lunar y el periodo menstrual. Para el desarrollo de la Fisiología experimental era imprescindible el desarrollo de una concepción filosófica distinta del animismo. Esa la aportó Tales de Mileto (624-548 AC). Tales elaboró un sistema según el cual el universo estaba compuesto por cuatro elementos fundamentales: aire, agua, tierra y fuego. El otro peldaño filosófico para la fisiología lo aportó Alcmeón. Fue el primero en identificar al cerebro como el órgano de la inteligencia, la sensación y el pensamiento, y distinguir entre el entendimiento y la percepción. El cuerpo humano estaba compuesto de poderes opuestos (seco-húmedo, calor-frío, dulce-amargo). La igualdad o equilibrio (isonomía) de tales opuestos determinan el estado de salud, mientras que la preeminencia de alguno de ellos (monarchyia) sobre los demás produce la enfermedad.¹⁵

En el transcurso de los siglos VI al IV AC, la fisiología, dentro de las ideas que manejaban los médicos era una rama de la medicina. Hipócrates de Cos bebió tanto de las fuentes mitológicas de Asclepio y las racionales de Tales de Mileto y de Alcmaeón. Con Hipócrates nació la medicina racional, pues a pesar de ser un discípulo de Asclepio en la parte divina de su medicina, también usó la observación del cuerpo como una base para el conocimiento médico. La clave estaba en la dieta, drogas beneficiosas y el equilibrio del cuerpo. Basado en la teoría de los cuatro elementos de Tales, formó su teoría fisiológica del organismo humano en salud, según la cual los elementos constituyen los fluidos corporales, o humores, que serían cuatro: sangre, flema (moco), bilis amarilla y bilis negra. La salud

vendría determinada por el equilibrio entre esos cuatro humores. También intentó explicar los diversos temperamentos del ser humano. A partir de este momento, se entraba en la "fisiología de la naturaleza" de la Grecia clásica debido a las exigencias de la Medicina práctica, ya que para curar las heridas y enfermedades era indispensable el conocimiento de la estructura y las funciones del organismo.¹⁵

La lógica de la vida de chinos e indios tendría su cúspide en los physiologi (filósofos de la naturaleza, herederos de Tales y Alcmeón). Para ellos las reglas de esa lógica de la vida dimanaban de los dioses, pero tenían causas naturales y para conocerlas había que observarlas y estudiarlas. El principal physiologi griego, fue Aristóteles (384-322 a.C.). Aristóteles se apoyó en los precedentes hipocráticos de la Medicina correlacionando los elementos de la naturaleza y el medio natural con los constituyentes del cuerpo humano, especialmente sus fluidos. Los filósofos de la naturaleza pretendían explicar los fenómenos naturales (física, química, biología, etcétera) a partir de la observación, la deducción y la inducción, sin llegar a hacer experimentos. Ellos dieron el golpe final a la primera era del animismo que existió desde las cavernas y reinó en todos los sitios desde las cavernas hasta la Grecia de Pericles. No obstante, la concepción animista derrotada por los physiologi resurgiría en lo sucesivo cada vez que la experimentación o su interpretación adquirirían derroteros reduccionistas erróneos.

El concepto de Fisiología de Aristóteles como estudio de los fenómenos de la naturaleza perduró durante unos 2 000 años, durante los cuales se relacionó de una manera muy general con cuestiones que tenían que ver con la

naturaleza humana y su medio y, por consiguiente, con la medicina. Aristóteles no prestó atención especial a la anatomía del hombre, pero como eminente filósofo y sabio naturalista ocasionó una influencia enorme en el desarrollo de la misma, siendo el iniciador de la Anatomía comparada y de la Embriología.¹⁵

La Medicina y la Biología tuvieron su ulterior desarrollo en la ciudad de Alejandría. Los médicos más renombrados del período alejandrino fueron Herófilo y Erasístrato. Herófilo (335-280 a.c.) fue el creador de la anatomía como ciencia independiente. Por su parte Erasístrato estudiando las contracciones de los músculos, emitió su teoría sobre el movimiento. Con el surgimiento de la Anatomía la fisiología que continuaba dentro de la medicina tuvo un yugo nuevo el de la morfología, que duraría hasta adentrado el siglo XIX.¹⁵

El mundo griego permitió así el desmontaje místico de la Fisiología desde la etapa de los physiologi, formalizó el vínculo con la Medicina y dio inicio a la fusión de la Anatomía y la joven Fisiología de los primeros tiempos.

Solo faltaba un esfuerzo en el sentido de la Fisiología para eliminar los prejuicios de la experimentación que se tenía por los physiologi y ese apareció con Galeno. Galeno fue fundamental porque a diferencia de los que rechazaron la investigación hizo experimentos con animales y por ello se considera como el primer fisiólogo experimental. Hizo vivisecciones de muchos animales para estudiar la función de los riñones y de la médula espinal. Su "Fisiología general", era el estudio de los conceptos básicos de la teoría del mundo clásico sobre el funcionamiento del cuerpo mediante el flujo de espíritus. Para la fisiología antigua de Galeno y

sus contemporáneos el espíritu no tiene que ver con el concepto de alma actual. Es una materia muy sutilísima que pone en funcionamiento los órganos de una cavidad. La Fisiología especial galénica contiene la concepción clásica de las principales funciones del cuerpo humano.¹⁶

Los aportes de Galeno son incuestionables, pero también tuvo ideas erróneas que fueron convertidas en dogma por la iglesia medioeval que en contraste no permitió durante 1000 años (a partir del siglo VI) utilizar el método experimental de Galeno¹⁶ que hubiese servido para descartar sus errores y fortalecer sus aciertos implicando así el desarrollo. Por el contrario, Galeno, el primer fisiólogo experimental del mundo, fue utilizado como ícono del dogma medioeval para detener el avance de la ciencia. Véase entonces como ha llegado a nuestro tiempo esa etapa oscura para la ciencia.

La Fisiología experimental se detiene en la Edad Media

La Edad Media (Siglo V hasta X-XI) interrumpió el desarrollo progresivo de toda la ciencia y, por ende, de la Fisiología también. El feudalismo no fue favorable para el desarrollo científico. En Europa Occidental dominaba la Iglesia Católica, con su única ideología: la religión cristiana, la cual era enemiga de la ciencia y entorpecía su evolución. En lugar de las ciencias, florecían la alquimia, la magia. Todo eso condujo a la decadencia de las ciencias, incluida la Anatomía. En lugar de la Anatomía y Fisiología, se desarrolló la Astrología. De los tratados de medicina solo se hallaban difundidos los trabajos de Galeno, pero la iglesia frenó, persiguió y castigó la investigación y por ello no hubo más avances y los datos insuficientes o erróneos del primer

fisiólogo no pudieron corregirse. Como resultado para esclarecer las inexactitudes fisiológicas de Galeno en la circulación se tuvo que esperar al Renacimiento.

No obstante, durante la oscuridad medioeval existieron luces que alumbraron hacia el oriente. Importantes fueron las que condujeron los discípulos de Néstor que transfirieron el Corpus de Medicina al oriente y fundaron hospitales y universidades. Brindaron servicio médico a los califas y pueblos del Islam y entrenaron a muchos médicos. Esto tendría trascendencia en el desarrollo de la Medicina en los países del Islam que no negaban investigar ni restringieron la lectura a Galeno y más tarde en la recuperación de la Medicina durante el Renacimiento.¹⁷

El origen de la Fisiología experimental en el Renacimiento

Tras un largo letargo de 1500 años, en el Renacimiento (siglos XV-XVI) se dieron nuevas condiciones para la ciencia y tanto la Anatomía como la Fisiología pudieron expandirse. En el ambiente del método de Galileo, Vesalio construyó la nueva Anatomía sobre la antigua fundada por Herófilo y contribuyó a que Harvey fundara la Fisiología experimental. Los principales eventos pueden resumirse como sigue:

- Andreas Vesalio (1514-1564) en 1543 publicó el libro *De humani corporis fabrica*. Además de su contribución al avance del conocimiento anatómico del hombre, fue uno de los primeros textos donde se concede más autoridad a la observación de la realidad que a lo escrito sobre ella por las autoridades.
- Los sucesores de Vesalio en la cátedra de Padua fueron continuadores de su obra. Uno de ellos fue Fabricio de Aquapendente (1590-1619), fundador de la Embriología científica, cuyo

prestigio atrajo a muchos estudiantes de toda Europa, entre ellos a William Harvey.¹⁸

- El mayor impacto en el desarrollo de la Fisiología científica fue el descubrimiento de la circulación de la sangre por William Harvey (1578-1657). La idea ya había sido sugerida antes en el siglo XIII por Ibnán Nafis, así como por Servet y Colombo, pero fue Harvey quien la demostró con sus experimentos.^{10, 18}

- Harvey dedujo la circulación de sus observaciones y experimentos en varios modelos animales. Concluyó que en los animales la sangre es mantenida en un circuito con un tipo de movimiento circular incesante, función del corazón. La importancia del descubrimiento de la circulación sanguínea es enorme para la Medicina al corregirse los errores de Galeno, pero también por la metodología empleada por Harvey. Este se planteó un problema fisiológico y para resolverlo no siguió la tradición medieval, que era consultar los textos de autoridades, sino que adoptó una actitud nueva y muy propia del Renacimiento: el estudio directo de la realidad. Además de su habilidad experimental y su penetrante capacidad de análisis crítico, Harvey tenía otra gran virtud científica, que lo apartaba todavía más del espíritu de la Edad Media: su reticencia para adentrarse en problemas que no estaban directamente relacionados con sus observaciones.^{10,18}

El establecimiento y consolidación de la Fisiología experimental

Con el método de Harvey se formaron nuevas disciplinas e interdisciplinas y finalmente la Fisiología se convirtió en una ciencia consolidada y altamente productiva en resultados, aunque para ello tuvo que enfrentar durante dos siglos algunos retos.^{10,18}

- Influenciados por el éxito de la ciencia de Galileo y Descartes algunos como Giovanni A. Borelli (1608-1679) y Franz de Boë (Sylvius, 1614-1672) trataron de explicar las funciones mediante leyes físicas (iatromecánica) o químicas (iatroquímica). Estas tendencias fracasaron al no poder explicar la regulación.^{10,18}

- Animismo-vitalismo. Con el fracaso de las corrientes iatromecánica y iatroquímica para explicar la autorregulación y conservación de las funciones, resurgió de nuevo la corriente antigua animista. Georg Ernst Stahl (1659-) fue la cabeza representante del animismo de nuevo tipo. Stahl utilizó el ánima para explicar todo lo que la Medicina y la Biología de su tiempo no podían explicar. A fines del siglo XVIII el "animismo" de Stahl cambió de nombre bajo el impacto de las ideas de Paul Joseph Barthez, que fueron bautizadas como "vitalismo". Barthez postuló un "principio vital", de naturaleza desconocida, distinto de la mente y dotado de movimientos y sensibilidad, como la "causa de los fenómenos de la vida en el cuerpo humano". Para Stahl, el "ánima" tenía su origen en la divinidad; mientras que para Barthez, el "principio vital" se extinguía con la muerte. En el siglo XIX al consolidarse la fisiología esta corriente fue descaminada.^{10, 18}

- Preformacionismo. La joven Fisiología de Harvey enfrentó también el intento reduccionista de la función a lo que hoy pudiera considerarse cercano a lo que se conoce como Genética. El preformacionismo es una antigua teoría biológica según la cual el desarrollo de un embrión no es más que el crecimiento de un organismo que estaba ya preformado. El preformacionismo sucumbió cuando la tecnología en el siglo XIX pudo documentar el origen epigenético de los órganos.¹⁹⁻²¹

Relación de la Fisiología con la Medicina y la Anatomía

En todas las culturas antiguas analizadas, la Fisiología estuvo en el seno de la Medicina como se ha referido. Luego al conformarse la Anatomía se fijó en la mente de muchos científicos notables la idea de que la función era una dependencia de la estructura y esa idea predominó durante 2 000 años. Con tales prejuicios se explican las dificultades de la recién nacida Fisiología experimental de Harvey para desprenderse de la antigua relación con la Medicina y la Anatomía. La separación se produjo en el enfrentamiento entre dos tendencias, de un lado los investigadores alemanes que eran esencialmente anatomistas y que resaltaban la observación sobre la experimentación; mientras del otro los fisiólogos franceses primero y los rusos posteriormente que propugnaban la investigación. Triunfaron los experimentadores y con ello, la Fisiología experimental nacida con Harvey en 1628 se consolidó como ciencia independiente de la Medicina, la Anatomía, venció el Animismo-Vitalismo y sin reducción preformacionista, ni química, ni física.^{10, 11, 19}

Factores de la consolidación

Los eventos que contribuyeron a establecer la Fisiología experimental como ciencia independiente: 1) En 1838 la teoría de la célula de Matthias Schleiden y Theodor Schwann, radicalmente declaró que los organismos están formados por unidades llamadas células que constituyen su unidad estructural y funcional de todo organismo vivo. En 1892, Cajal aplicó esa teoría para elaborar su doctrina de la neurona y la sinapsis; 2) La tesis de Claude Bernard (1813-1878) del equilibrio del medio interno en que viven las células que equivale al estado de

normalidad; 3) El descubrimiento de sustancias liberadas por una célula que actúa sobre otras a través del medio interno, las hormonas sugerido por Bernard; 4) El descubrimiento de corrientes de iones transmembranas con campos asociados y biopotenciales locales y propagados que hacen posible la comunicación de información rápida entre células.

Además de esos conocimientos notables el toque final para la consolidación vino dado por el triunfo de la idea de experimentación sobre la observación acompañada por la separación definitiva de la Fisiología de la Anatomía. Ese conflicto de ideas entre los observacionistas alemanes y los experimentalistas franceses comenzó en el siglo XVIII y culminó en la segunda mitad del siglo XIX con el establecimiento y consolidación de la Fisiología experimental como la disciplina independiente que triunfa hoy. La Fisiología actual ha encontrado un método experimental efectivo, producto de la suma de la experimentación animal francesa y rusa, la aplicación de técnicas físico-químicas alemanas y el enfoque positivista inglés. Claude Bernard (1813-1878) fue fundador indiscutible de la fisiología experimental.^{10,11}

La nueva Fisiología experimental en el siglo XX

En el siglo XX siguió el ritmo creciente de los descubrimientos fisiológicos, cuyas técnicas de observación se fueron afinando a medida que se produjeron los avances bioquímicos y tecnológicos. Nuevas disciplinas como la Genética, Inmunología, Biología Molecular, Bioquímica se fortalecieron en interacción con la Fisiología. Interdisciplinas como la Biofísica, Bioinformática e Ingeniería Genética intercambiaron también con la Fisiología. La Neurociencia como la más reciente

transdisciplina emanó de la Neurofisiología y otras Ciencias Fisiológicas y Morfológicas. Pero si hay algo que en el siglo XX destacó a la Fisiología experimental en todos los medios y grupos sociales y no tan solo exclusivamente entre científicos, ha sido el otorgamiento del premio Nobel de Fisiología y Medicina, el más conocido e importante de todos los premios otorgados a una disciplina de Biología o Medicina.²² Una mirada al registro de los ganadores del premio Nobel en Fisiología y Medicina muestra que la Fisiología está muy bien representada. Más de 25% de los premiados en Fisiología y Medicina, fueron o están trabajando en Fisiología propiamente dicha; 20% en bioquímica; 12% en inmunología; 12 % en genética; 12% en áreas clínicas; 9% en Farmacología; 7% en Virología y 3% en Anatomía.²³

La Fisiología experimental a inicios del siglo XXI

El panorama de la Fisiología experimental en los comienzos del siglo XXI es el mismo de finales del siglo XX y en la misma dirección y gradiente.²⁴⁻²⁷

No obstante, la Fisiología Experimental está enfrentando nuevos retos y algunos tomados de los antiguos. Entre ellos está el reclamo de varios seguidores de la Biología molecular y celular que al posibilitarse el estudio de estructuras en los niveles microscópicos han generado ideas de una reducción de la Fisiología al recordar las del siglo XVIII. Otro es la reaparición de la vieja lucha entre preformistas y epigenetistas de los siglos XVII-XVIII que parece reavivarse por el desarrollo alcanzado por las técnicas genéticas en el campo molecular. En tercer lugar y por el desarrollo creciente de las limitaciones bioéticas muchos entusiasmados por la informática se proponen no realizar experimentaciones, sino simularlas. Por último, debido a la combinación

de un exceso de especialización de moda y con poca utilización del método clínico y con la llegada por globalización cultural de la Medicina holística de la India y China ha reaparecido una

CONCLUSIONES

La Fisiología experimental es una ciencia exitosa en la actualidad. No obstante, enfrenta varios desafíos de corte reduccionista, algunos antiguos que se han reavivado y otros nuevos que han surgido por el propio desarrollo. Los intentos de reduccionismo tienen sus raíces en el pasado.

Los retos parecen reiterarse durante la historia. La concepción animista de las funciones iniciada en la edad de las cavernas fue superada por los filósofos de la naturaleza griegos (physiologi)

corriente animista-vitalista que niega la existencia de la Fisiología experimental.^{28,29}

para luego reaparecer en el siglo XVII estimulada por el fracaso del reduccionismo iatroquímico-iatrofísico para luego retrotraerse ante su propio fracaso para explicar las funciones y por el empuje de los resultados de la nueva Fisiología experimental en el siglo XIX. En la actualidad una corriente neoanimista surge de la combinación de deficiencias en aplicaciones del método clínico con valoraciones exageradas de la eficacia de la medicina holística de India-China.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Brigandt, I. y A. Love. Reductionism in Biology, The Stanford Encyclopedia of Philosophy; Spring 2017 Edition. 2008.
2. Viniegra Velázquez L. El reduccionismo científico y el control de las conciencias. Bol Med Hosp Infant Mex. Parte I. 2014; 71:252-7.
3. Mayo Clinic Staff. Positron emission tomography (PET) scan: Risks. 2014, May 6.
4. Hutton BF, Segerman D, Miles KA. Radionuclide and hybrid imaging. In: Adam A, Dixon AK, Gillard JH, Schaefer-Prokop CM, Diagnostic Radiology. 6th ed. New York, NY: Elsevier Churchill Livingstone; 2015; chap 6.
5. Kramer CM, Beller GA, Hagspiel KD. Noninvasive cardiac imaging. In: Goldman L, Schafer AI, eds. Goldman's Cecil Medicine. 25th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders; 2016; chap 56.
6. Lee JW, Kim MS, Kim YJ, Choi YJ, Lee Y, Chung HW; Kim; Kim; Choi; Lee; Chung. "Genotoxic effects of 3 T magnetic resonance imaging in cultured human lymphocytes". Bioelectromagnetics. 2011; 32(7): 535-42.
7. Fiechter M, Stehli J, Fuchs TA, Dougoud S, Gaemperli O, Kaufmann PA. "Impact of cardiac magnetic resonance imaging on human lymphocyte DNA integrity". European Heart Journal. 2013;34(30).
8. Knuuti J, Saraste A, Kallio M, Minn H; Saraste; Kallio; Minn. "Is cardiac magnetic resonance imaging causing DNA damage?". European Heart Journal. 2013; 34(30): 2337–2339.
9. Howell M., Prevenier W. From Reliable Sources: An Introduction to Historical Methods. Ithaca: Cornell University Press; 2001.
10. Foster, M. Lectures on the history of physiology during the sixteenth, seventeenth, and eighteenth centuries. Cambridge: University press; 1901.
11. Bernard C. "Introduction a l'etude de la médecine expérimentale", ed. J. B. Paris:Baillière et Fils; 1865, p. 6.
12. The Essential Santayana. Selected Writings Edited by the Santayana Edition, Compiled and with an introduction by Martin A. Coleman. Bloomington:

- Indiana University Press; 2009.
13. Santayana, George. Soliloquios en Inglaterra y soliloquios posteriores. Madrid: Trotta; 2009.
 14. Ordóñez J, Navarro, Sánchez JM. Historia de la Ciencia. Austral. Madrid: Espasa Calpe; 2003.
 15. Huffman, Carl. "Alcmaeon", The Stanford Encyclopedia of Philosophy; Edward N. Zalta (ed.). 2004.
 16. Galeno, C. Del uso de las partes. Madrid: Editorial Gredos; 2010.
 17. Whipple A.O. Role of the Nestorians as the connecting link between Greek and Arabic medicine. *Annals of Medical History*. 1936; 8: 313-323.
 18. Hawgood, Barbara J. "Sir Michael Foster MD FRS (1836–1907): the rise of the British school of physiology". *Journal of Medical Biography*. England: 16 (4): 221-6.
 19. Zammito, JH. 'This inscrutable principle of an original organization': epigenesis and 'looseness of fit' in Kant's philosophy of science. 2003; *Stud. Hist. Phil. Sci.* 34(1): 73-109.
 20. Gilbert, SF. *Developmental Biology* (Eighth ed.): Sinauer Associates, Inc. 2006.
 21. Mazzocchi, F. Complementarity in biology. *EMBO Rep.* 2010;11(5).
 22. Barquín M. *Historia de la Medicina*. Interamericana-McGraw Hill; 1995; 339 p.
 23. Enrique Royuela. Nobel Land. Premios Nobel de Ciencias. *Journal of Feelsynapsis (JoF)*. 2011; (1): 26-27.
 24. R. Pitt, J. W. Christman, S. J. Gunst, M. A. Matthay, T. Stevens, L. B. Ware. Physiology, reductionism, and translational medicine: the right mix. *American Journal of Physiology - Lung Cellular and Molecular Physiology*. 2011; 301 (4).
 25. Wagner PD, Paterson D. Physiology: found in translation. *J ApplPhysiol*. 2011; 111: 333-334.
 26. Joyner MJ. Giant sucking sound: can physiology fill the intellectual void left by the reductionists? *J ApplPhysiol*. 2011;111: 335-342.
 27. Joyner MJ, Pedersen BK. Ten questions about systems biology. *J Physiol*. 2011; 589: 1017-1030.
 28. Joyner MJ. Physiology: alone at the bottom, alone at the top. *J Physiol*. 2011; 589: 1005.
 29. Joyner MJ. Why physiology matters in medicine. *Physiology*; 2011; 26:72.