



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Revisión de la transformación del enfoque fisiológico. Recorrido histórico de siglos pasados hasta la era actual

Adriana Marcela Diaz Daza

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina

División de Fisiología

Bogotá, Colombia

2023

Revisión de la transformación del enfoque fisiológico. Recorrido histórico de siglos pasados hasta la era actual

Adriana Marcela Diaz Daza

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Fisiología

Director (a):

MV. Leonardo Gómez Duarte MSc.

Línea de Investigación:

Didáctica y Pedagogía de la Fisiología

Grupo de Investigación:

Fisiología Narrativa

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina

División de Fisiología

Bogotá, Colombia

2023

Dedicada a quienes me han abrazado el corazón; su presencia en mi vida es mi magnifico regalo, por ustedes y para ustedes, mamá y papá, alegría de mis días...

Declaración de obra original

Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.

Adriana M. Díaz

Nombre Adriana Marcela Diaz Daza

Fecha 04/08/2023

Agradecimientos

A Dios, por sembrar en mí, la inclinación y amor por este camino de la Fisiología. Ha cambiado favorablemente mi forma de pensar y actuar.

A mis padres, Juan Manuel y Malenis, por inspirarme a ir por más.

A mi tutor, el profesor Oscar Leonardo Gómez Duarte, el cual tuve la fortuna de entrecruzarme en mi caminar académico en la cátedra de Narrativa quien me proporcionó en todo momento, sobre todo en mis desaciertos, su sabia orientación.

De igual forma agradezco al grupo de la División de Fisiología, por esta estupenda experiencia.

Resumen

Revisión de la transformación del enfoque fisiológico. Recorrido histórico de siglos pasados hasta la era actual

En este trabajo de profundización se analizará el contenido histórico de la fisiología revisando su transición a través de los años, con el objetivo de conocer como se ha dado la transformación del pensamiento fisiológico en siglos XVI, XIX y XX hasta llegar a una mirada integradora del siglo XXI. Utilizando un enfoque cualitativo, se realizó una búsqueda sistemática en fuentes primarias y secundarias de bases de datos del sistema nacional de bibliotecas (SINAB) la Universidad Nacional utilizando palabras claves. Para la interpretación de los documentos, se utilizó un análisis basado en estrategias de la metodología arqueológica de Foucault, la cual permite la extracción de ciertos momentos de las épocas divididas por capítulos en donde se evidencia un cambio de noción de la fisiología. Se finalizó con un capítulo de definiciones relacionadas con la psiconeuroinmunoendocrinología utilizándolo como ejemplo para dar importancia al abordaje integrativo en el presente.

Palabras clave: (fisiología, historia, nobel, obra, descubrimiento, integrativa).

Abstract

Physiological Approach Transformation Review. Historical journey from past centuries to the present era

In this in-depth work, the historical content of physiology will be analyzed, reviewing its transition through the years, with the aim of knowing how the transformation of physiological thought has occurred in the XVI, XIX y XX centuries until reaching an integrative look at the XXI century. Using a qualitative approach, a systematic search was carried out in primary and secondary sources of databases of the national library system (SINAB) of the National University using keywords. For the interpretation of the documents, an analysis based on strategies of Foucault's archaeological methodology was used, which allows the extraction of certain moments of the epochs divided by chapters where a change of notion of physiology is evidenced. It ended with a chapter of definitions related to psychoneuroimmunoendocrinology using it as an example to give importance to the integrative approach in the present.

Keywords: (physiology, history, nobel, work, discovery, integrative).

Contenido

	Pág.
Introducción.....	2
1. Nociones de la Fisiología en los siglos XVI a XVIII	4
2. Nociones de la Fisiología del siglo XIX.....	15
2.1. ¿Qué se yacía?.....	15
2.2. ¿A qué se debió el cambio de conceptualización?.....	16
2.3. El surgimiento de la fisiología experimental	18
2.4. Discursos, ideas y fundamentos de los principales exponentes en este siglo	19
2.4.1. François Magendie. Distinguido y Memorable.....	20
2.4.2. Claude Bernard: Talento y firmeza	24
2.4.3. Johannes Petrus Müller	30
2.4.4. Müller y algunos de sus seguidores.....	35
3. Nociones de la Fisiología del siglo XX en adelante.....	41
3.1. Visión de la fisiología.....	42
3.2. Ámbito educativo en distintos puntos geográficos	43
3.3. Algunos contribuyentes destacados y Premios Nobel de fisiología y medicina.....	48
3.4. Paradigma en la nueva era	55
4. Análisis: El Entramado de la Fisiología.....	58
5. Conclusiones y Recomendaciones	72
5.1. Conclusiones	72
5.2. Recomendaciones	73
6. Bibliografía.....	75

Lista de figuras

Figura 1: Jean Fernel 1497-1558	5
Figura 2: William Harvey.....	6
Figura 3: Herman Boerhaave	9
Figura 4: Xavier Bichat	12
Figura 5. François Magendie	20
Figura 6. Claude Bernard	25
Figura 7: Johannes Müller	31
Figura 8: Jakob Henle.....	35
Figura 9: Ernst Haeckel	35
Figura 10: Rudolf Virchow	36
Figura 11: Roberto Remak	36
Figura 12: Theodor Schwann	36
Figura 13: Bois-Reymond.....	37
Figura 14: Helmholtz.....	38
Figura 15: Karl Ludwig.....	38
Figura 16: Ivan Pavlov	39

Introducción

La fisiología según Jean Fernel (1567) fue descrita como un elemento clave para el ejercicio de la medicina, y se ocupa de la naturaleza del cuerpo humano completamente sano(1). Es por ello que, a través de la historia se ha despertado gran interés por adentrarse en su campo explicativo generando diversas visiones que surgen como resultado de varias posturas en el camino de la investigación.

Desde una perspectiva amplia, se reconoce que, muchos factores han condicionado el surgimiento y desarrollo de la fisiología; éstos incluyen componentes o sectores como el político y el geográfico, que influyeron para la creación de importantes investigaciones. Puntualmente, habían personajes representativos en diferentes épocas de las que aquí se hará referencia, y se expondrán creencias o convicciones particulares, incluso familiares que cada investigador tenía, cuando empezaba a sumergirse en este quehacer.

En esta revisión se abordará el contenido histórico de la fisiología, revisando los cambios de orientación evidentes que ha tenido a través de ciertos momentos específicos, es decir, las principales posturas a través de los años; realizando una revisión, un tanto cronológica de las ideas o teorías que han sido parte del ámbito fisiológico. Se ha considerado que hubo una transición en varias épocas a lo largo de la historia; de las cuales, se resaltarán tres períodos de la misma; los cuales se destacan por mostrar un giro crucial y drástico del rumbo que había tenido la fisiología, en donde se encuentran investigaciones que fueron generando cambios o postulados opuestos o simplemente distintas visiones a las que estaban instauradas.

Se tomarán las principales ideas de varios exponentes de las épocas comprendidas entre los siglos XVI-XVIII, XIX y XX-XXI, para dar respuesta a interrogantes relacionados con la

transformación del pensamiento fisiológico que ha surgido hasta la fecha. Se enunciarán los múltiples caminos que han llevado a la instauración de diversas maneras de investigación en la esfera fisiológica con aproximaciones epistemológicas que van desde los pensamientos vitalistas hasta los experimentales.

De acuerdo a lo anterior, el presente documento además de referirse a los principales exponentes en fisiología y a ideas o teorías relevantes, resumirá brevemente conceptos que influyeron en la diferenciación de épocas claves en la historia de la fisiología hasta introducir una visión integradora dentro de la cual se mueve la fisiología en la actualidad, pues el organismo comenzó a ser visto como un circuito funcional, para lo cual se introduce aquí, un modelo denominado psoneuroinmunoendocrinología, utilizándolo como ejemplo para mostrar cómo, desde el punto de vista de la fisiología, es posible estudiar la interacción de procesos orgánicos elementales como los relacionados con la psiquis, en relación a los sistemas nervioso, endocrino e inmune como muestra de una interconexión funcional fundamental.

1. Nociones de la Fisiología en los siglos XVI a XVIII

El amplio campo de la fisiología abarca un gran número de estudios que a lo largo de su historia ha arrojado diversos resultados. No es en vano la multiplicidad de esfuerzos investigativos que se hicieron desde épocas anteriores, con la intención de buscar significado a tantos fenómenos biológicos que se querían estudiar. Sin embargo, en la literatura se puede evidenciar que la fisiología ha tenido muchos cambios a lo largo de la historia, y esto es, por la participación de investigadores que han favorecido al surgimiento de nuevos conceptos en relación con la misma, lo que ha permitido obtener el conocimiento adquirido hasta el día de hoy.

El inicio de la fisiología está particularmente asociado con la ciencia biológica, pues la primera intención de esta, fue buscar respuestas ante la pregunta, al parecer un poco simplista pero que lleva una connotación profunda, como su esencia: ¿qué es la vida?, constituyéndose el indicio para el crecimiento de la ciencia de la biología, siendo un tema que comenzó a ser de interés por distintos personajes de la época, como biólogos, poetas, filósofos, teólogos y físicos.

De acuerdo con esto, hay exponentes de mayor representatividad en la historia de la fisiología, y aunque no todos se profundizaran en este documento, si se hará mención de algunos que han proporcionado un significado particular a la misma, es decir, ha sido por su forma de pensar y por su quehacer lo que ha permitido forjar su carácter y esencia.

La fisiología según la literatura hoy se concibe como una *disciplina*, coexistiendo con otras, en la cual, cada una ofrece una contribución a la explicación general del organismo, y

también, como *ciencia*, llegando a ser definida como aquella que se encarga de estudiar el estado de normalización funcional de todo el organismo (2).

Ahora bien, para señalar el punto de partida de este escrito, el abordaje histórico-fisiológico inicia con la mención de Jean Fernel, nacido en 1497, en las cercanías de París; uno de los médicos más famosos de ese lugar, aunque también se interesó por varios campos del saber, como las artes, física, filosofía, etc. (3).

Fernel se hizo médico, y comenzó a impartir clases. Reflejaba un pensamiento relacionado con la astrología y un sentido cosmológico. Relacionó la filosofía natural con su profesión médica, por lo cual, basó su teoría médica en nuevas afirmaciones sobre la influencia del cielo, mostraba un insistente énfasis en declarar y ratificar que las estrellas actuaban por medios ocultos afectando la vida en la tierra (3,4).

Figura 1: Jean Fernel 1497-1558



Fuente: (5)

Fernel consideró a Aristóteles como el padre fundador de la fisiología; enfatizó que un cuerpo sano era un fenómeno natural y tener el conocimiento del funcionamiento de este, era esencial para la práctica de la medicina (1). Parece haber sido el primer personaje que incluyó el término Fisiología al sacar su obra "*De las partes naturales, la naturaleza del hombre sano, de todas sus fuerzas y de todas sus funciones*", por medio de la cual, concedió a los médicos de su época tener o forjar una nueva visión, almacenando todo el conocimiento concerniente al ejercicio médico (5).

Fernel, descrito en la literatura como el primer médico en definir y describir algunas patologías, también cimentó conceptos cruciales relacionados con los procesos orgánicos, como por ejemplo, los relacionados con la digestión, la respiración, esto, junto con otras contribuciones, hizo que la medicina diera un giro y abriera paso a una temporada distinta a lo que concurría en el momento, modernizando aspectos fundamentales del cuerpo humano (6). Esta premisa, revela que Fernel tuvo mucho impacto en el campo de la fisiología. En 1657 plasmó en su obra: *“si las cinco partes de una medicina completa se ponen en orden, la fisiología será la primera de todas, y se ocupará de la naturaleza y su función del cuerpo humano completamente sano”*(1). Es por ello que, a partir de este pensador, la fisiología fue considerada una disciplina muy distinta a la patología, y tenida en cuenta como un punto de partida o plataforma para el desarrollo de otras.

Otra de las figuras representativas de esta época, al hablar del espacio fisiológico es William Harvey; nacido en 1578 en Inglaterra y considerado como uno de los padres de la fisiología y la medicina moderna (7). Obtuvo su título de médico en 1602, y su plan de estudios se relacionaba con la fisiología y anatomía de Galeno y la fisiología de Aristóteles. Con base en sus conceptos, se interesó en las cuestiones del corazón y la circulación, atreviéndose a cuestionar de manera controversial y revolucionaria las creencias tradicionales que se asentaban para ese entonces, insistiendo con empeño en seguir su razón, para desarrollar un pensamiento crítico de sus observaciones experimentales, hasta llegar a sus propias conclusiones (8).

Figura 3: William Harvey



Fuente: (7)

Harvey tuvo un gran impacto en la historia de la fisiología, pues gracias a sus estudios y afirmaciones causó conmoción en el mundo científico. Con sus observaciones en modelos de animales y en el cuerpo humano iluminó el horizonte médico y biológico del siglo, con el grandioso descubrimiento acerca de los mecanismos de circulación sanguínea. Encontró que la sangre circulaba, estando en un estado de movimiento continuo, y no en dirección unidireccional (8, 9) y que además es impulsada por el corazón, ejerciendo así, una primordial función como bomba, la del movimiento; contraponiendo la creencia existente, que resultaba del procesamiento o fermentación de los alimentos en el hígado, como lo sostenía Galeno (10).

Harvey formuló con mucho rigor, el mecanismo de la circulación de la sangre explicándolo desde el punto de vista dinámico mediante determinaciones de flujos y volúmenes sanguíneos (1). Sus primeros experimentos publicados fueron en 1616, dando la primera explicación adecuada de un proceso orgánico y el punto de partida del camino hacia la fisiología experimental (10); por ello, desde esa fecha se considera el primer personaje que dio los primeros pincelazos para el inicio de la mencionada fisiología experimental sin tenerlo presente, desafiando varios siglos de tradición médica.

Harvey fue un pensador distinto y moderno; erradicó el dogma existente, puesto que transformó la visión que había hasta la fecha; se percató que la observación, era fundamental para el método científico. Debido a su inquieto espíritu investigador, siguió realizando estudios, especialmente en animales vivos para descubrir los hallazgos relacionados con el movimiento y el corazón (10). Prácticamente, desarrolló un enfoque experimental basado en una actitud crítica hacia muchas de las afirmaciones comúnmente aceptadas (10), y elaboró una teoría coherente que explicaba el funcionamiento del cuerpo humano, de manera ordenada y sistematizada, utilizando los conocimientos anatómicos y funcionales obtenidos.

De todo lo mencionado, se evidencia que había un gran interés por querer descubrir la naturaleza de las cosas con el estudio de las mismas, de manera que se pretendía encontrar y revelar los secretos del comportamiento natural de la vida; pues había incrustado un estímulo incesante por cambiar la concepción de los sabios de aquella época frente a los fenómenos biológicos.

Tiempo después, el siglo XVIII fue un periodo donde se consolidaron múltiples investigaciones en distintas áreas del saber, dentro de las que están, las biológicas, fisiológicas, anatómicas y botánicas.

En esta época, los fisiólogos europeos seguían muy interesados por la naturaleza del organismo vivo; varios teóricos llamados mecanicistas sostuvieron que el cuerpo vivo funcionaba como un mecanismo muy estructurado, llegando al punto de compararlo con una sofisticada máquina de relojería (11).

René Descartes, había hecho comparaciones entre el mecanismo de relojería y el cuerpo. Su obra se conduce por el principio: *“todo cuanto se sabe del cuerpo, puede reducirse al conocimiento que tenemos de una máquina y de la forma y función de sus partes”* (11). Señalaba que el cuerpo, aunque era una creación hecha por las manos de Dios, con respiración, movimiento; era comparable con una “máquina ordenada”, además yacía el principio de causalidad, atañendo siempre un resultado a su causa específica y contribuyendo a la formación de la escuela iatromecánica. De acuerdo con sus ideas, otros teóricos afirmaban que había algo inmaterial llamado alma, la cual estaba restringida o supeditada a la actividad voluntaria del cuerpo, pero los de la teoría mecánica, reiteraban que mientras no tenga masa, ni algún valor de medida, no había que atribuirle a un ser vivo.

Los mecanicistas siempre derivaban las explicaciones de los fenómenos observados con la mecánica y con principios hidráulicos como, por ejemplo, la velocidad de la sangre. Con respecto a esto, lo que Harvey explicaba se acercaban más a estos principios mecánicos.

Básicamente, el principio de explicación y relación mecánica comenzó a surgir desde el siglo XVI, con el auge de los estudios anatómicos. Adicionalmente, debido a las necesidades sociales que estaban ocurriendo en Europa, como el crecimiento de la población; se introdujeron innovaciones tecnológicas, y con ellas, el advenimiento de una cultura industrial por parte de los árabes, con la creación de las bombas de agua, molinos, fuentes, relojes, etc. Descartes define que a pesar que el mismo hombre creó estos artefactos constituidos por partes, pueden tener movimiento por sí solos, por lo cual, esto suponía, que, para comprender un modelo mecánico, se requería ver las cosas como un

conjunto de partes que se relacionan entre sí, siendo necesario descubrir una relación causal, entre cada una de ellas, para entender la acción del movimiento (11).

Con respecto a este modelo, el portavoz de los mecanicistas, sobre todo en la primera mitad del siglo XVIII, fue el médico Herman Boerhaave (1668-1738), cuya ideología se extendió en todas las escuelas de medicina europea. Boerhaave nació en Holanda, se graduó en filosofía, y con la intención inicial de cumplir los deseos de su padre, estudió Teología para convertirse en predicador; pero luego tuvo varias diferencias con algunos de sus contemporáneos, y fue catalogado ateo; con esto, se dio cuenta que en realidad, su verdadera vocación era otra: la medicina. Su primer contacto con este tema fue cuando era apenas un adolescente, al curarse una herida sobreinfectada en el muslo (12). Se esmeró por iniciar un carrera científica, asociando la observación y la razón, sustentando que, básicamente la razón, era la base de toda ciencia médica.

Figura 3: Herman Boerhaave



Fuente: (1)

Herman Boerhaave estuvo fuertemente influenciado por la filosofía mecánica; y teniendo en cuenta la obra de Galileo, se interesó en buscar motivos para explicar la diversidad de las secreciones en los diversos órganos, con su teoría sobre las glándulas; en la que atribuía la secreción de la misma, a una compresión entre las partes que la componen, y ofreció otras explicaciones concernientes al funcionamiento del cuerpo de acuerdo a principios puramente mecánicos. Tuvo una inmensa influencia en tres ramas del saber: química, fisiología y botánica, por ello en relación a la medicina, Boerhaave utilizó muchos remedios químicos como tratamiento (13). Con esto, se centró en aprender las recetas y

fórmulas para fabricar medicamentos, enseñando los métodos de la filosofía natural experimental (14,15).

Boerhaave daba conferencias para un conocimiento íntimo de plantas, promovía una visión empírica y experimental de la química, y consideraba que era esencial que los estudiantes de medicina conocieran la manera de realizar experimentos en búsqueda del conocimiento (15). Por tal, fue catalogado como un gran médico del mundo occidental en su época y enseñó a sus alumnos a incorporar conocimientos de todos los campos de la ciencia para ampliar sus estudios y observaciones clínicas (14).

A la teoría mecanicista del organismo, de manera contrapuesta se opusieron los llamados animistas que percibían al cuerpo vivo, como integrante de una naturaleza muy distinta a la que ocupa una materia inerte, permitiendo introducir una nueva teoría; el animismo, cuya teoría fisiológica era basada en el supuesto que, hay un alma o ánima que, es quien dirige la actividad orgánica, siendo el cuerpo, un elemento material que la contiene; es decir, la naturaleza corporal es como un campo habitado por el espíritu (14). Esta teoría desdibuja la anteriormente mencionada, donde se tergiversa el concepto comparativo de un complejo mecánico.

Uno de los exponentes más representativos de esta posición animista fue el médico y químico alemán Georg Ernst Stahl (1659-1734), contemplado por muchos, como padre de esta orientación. Tuvo un impacto considerable en Francia en su área en este siglo, interpretando las actividades de los seres vivos desde el punto de vista del animismo. Stahl habla que el cuerpo es una materia vivificada, un instrumento donde se hospeda el alma (15). Su teoría animista, vinculaba también la divinidad, y surgió ante la franca imposibilidad de relacionar y explicar los fenómenos fisiológicos, de conservación y autorregulación de los seres vivos con las corrientes iatromecánica e iatroquímica (16). Durante más de veinte años impartió clases sobre fisiología, química, botánica y anatomía con esta visión.

Se encontraban otros animistas destacados, como Sauvages, y Robert Whytt, los cuales también consideraban que el ánima o el alma era la fuerza motriz primaria o principal que había en un cuerpo vivo.

Probablemente, debido a su evidente simplicidad, el enfoque mecánico tuvo mayor tendencia que el vitalista, sin embargo esa disputa entre vitalistas y mecanicistas, fue de larga duración generando numerosas aseveraciones epistemológicas.

Muchos científicos en aquel entonces, creían que los fenómenos físicos y químicos que hacían parte de la vida no tenían los mismos principios que la materia inerte, por tanto, había una diferencia explicada por una fuerza vital inmaterial (16).

Es por ello, que los múltiples desacuerdos generados por esta controversia mecanicista-animista, fueron centrales para Theophile Bordeu y Paul Joseph Barthez, declarados los primeros arquitectos del vitalismo. En especial, Barthez, defendía que había una potencia especial o fuerza vital, y que si se presentaban algunos desordenes patológicos, eran atribuibles a estas. Aclaraba que, mientras para Sthal el alma se enlazaba con lo divino pudiendo tal vez, alcanzar la eternidad, para su versión, la fuerza vital cesaba con la muerte. Con el vitalismo, se alejó de aquella versión animista sobrenatural (16).

Por otra parte, por medio de un análisis meticuloso y detallado, Bordeu se interesaba en demostrar, las limitaciones que creía tener la posición mecanicista. Tenía la convicción que en la fisiología, no se podían contemplar las explicaciones de fenómenos biológicos basadas en principios físicos ni mecánicos, por tanto, demostró que el sistema de los mecanicistas no podía sostenerse. Con sus posturas anti-mecanicistas, Bordeu contrarrestó las hipótesis sobre las secreciones glandulares, por medio del estudio de la disposición de las glándulas, demostró que estaban situadas de tal manera, que normalmente no son comprimibles. Consecuentemente, vincula la actividad del alma a las emociones, y que de acuerdo a ellas, era que se producían las secreciones glandulares muy distintas, dándole un espacio a la sensibilidad.

Este papel del alma en relación a la sensibilidad era muy distinto al animista, la anterior teoría animista, ahora se habría convertido en un sistema de control dual. Desde luego su teoría, fue más precisa y restringida que el sistema de los animistas en sí, pero más extensa que el papel racional que le asignan los mecanicistas.

Con el tiempo, durante el resto del siglo, las facultades de medicina de las universidades donde estuvo Bordeu, comenzaron a excluir la fisiología mecanicista que se había arraigado en la mayoría de las facultades de medicina europeas.

Mientras tanto, el análisis de la evolución biológica de Denis Diderot (1713-1784), debía mucho a la filosofía vitalista de Bordeu, de la cual, tomó muchos principios. Diderot concebía la sensibilidad como una propiedad que hacía parte de la materia, y que se desata bajo ciertas circunstancias; entonces según esto, incluso la materia podría ser sensible.

Por otra parte, Marie-François Xavier Bichat (1771-1802), un anatomista, biólogo y fisiólogo francés, expuso su teoría de las fuerzas vitales, e hizo de la sensibilidad una de las cinco integrantes. Bichat nació en Francia, estudió anatomía y cirugía. La amenaza de la revolución invasora en esa época lo obligó a abandonar el lugar que habitaba, huyendo de la violencia; luego por sus conocimientos, sirvió como cirujano en el ejército de la República. Sólo vivió 31 años, pero su influencia en la historia de la medicina se explica porque es conocido como el gran renovador de la anatomía patológica, convirtiéndose en fundador de la histología moderna. Su enorme contribución al progreso de la medicina lo convierte en un inmortal (17).

Figura 4: Xavier Bichat



Fuente: (17)

Xavier Bichat entró a la escuela del profesor Pierre-Joseph Desault, un notable cirujano francés, quien al tiempo después, trató a Bichat como un hijo adoptivo, y le permitió residir en su casa como miembro de la familia. Un hecho devastador para Bichat, fue la repentina muerte de Desault; estando inconforme con su muerte, realizó la autopsia del cuerpo, recopiló datos y refutó el envenenamiento como causa de su muerte (17).

Bichat sentía que aún faltaba más investigación en el área de la fisiología, por lo cual escribía: *"la anatomía no es tal como se nos enseña, la fisiología es una ciencia por hacer"*, (17) lo que le sirvió de inclinación para abandonar la cirugía en 1799 y dedicarse a la fisiología experimental, a la disección y a las autopsias, aprovechando al máximo sus esfuerzos para explorar la anatomía mórbida o patológica (17).

Bichat realizó varios estudios experimentales, que sentaron algunas bases de la fisiología moderna. Introdujo el término "tejido"; y los caracterizó, analizó sus modificaciones al remojarlos, hervirlos, u hornearlos y observando su reacción a los ácidos y bases, sin utilizar un microscopio. Introdujo el nombre de varios tejidos como elementos básicos de los órganos, por ello; su nombre perpetúa y es usado en varios epónimos en anatomía e histología. Basándose en los hallazgos de la autopsia y en su experimentación fisiológica, estudió las características de esos componentes, los cuales concebía como unidades anatómicas fundamentales; con ellos, logró explicar las propiedades fisiológicas y las modificaciones patológicas del organismo (17).

La autopsia practicada con empeño por Bichat, ganó legitimidad como una herramienta útil y definitiva para el diagnóstico de enfermedades en Francia. Se dice que diseccionó alrededor de 600 cadáveres, en un período de 6 meses, incluso a veces dormía en la morgue, dejando que el exceso de trabajo deteriorara gradualmente su salud (17).

La incorporación a estos métodos de estudios científicos, dió lugar a una especie de revisión de los cuerpos vivos, a través de la invención del estetoscopio por Rene Laennec, quien era alumno de Bichat. Desde ese entonces, la auscultación se convirtió en un modo para examinar a los pacientes, forjando el camino para el examen físico (17).

Aunque la mayoría consideraban que el vitalismo no es comprobable o no es científico, Bichat sostenía que la vida sólo era posible a través de fuerzas vitales invisibles, dándole sustento a su explicación; argumentó que los objetos físicos eran constantes y por ello, estaban sujetos solo a leyes fijas, pero los seres vivos sí estaban sujetos a leyes variables (17).

Algunos pensadores, se han referido a Bichat como un "plurvitalista" para distinguir su concepto del vitalismo de sus predecesores. El propio Bichat contrastó su doctrina vitalista con la idea de Bordeu. En la doctrina de la vida de Bichat, el centro de la vida animal era el cerebro y el de la vida orgánica el corazón (17).

Con todo lo anterior, se afirma que son muchos los puntos claves que han surgido para la transición entre una era y la otra; cuando un fisiólogo se interesa por adoptar, comprobar e incluso refutar una explicación acerca de un proceso orgánico, se va intentando cambiar una idea, o encontrar verdades en el camino; con esta misma y tácita intención, surgieron otras vertientes que buscaban de igual manera, encontrar teorías legítimas y certeras, en relación a los procesos orgánicos, abriendo paso a una transformación del pensamiento de los ilustres de esta época y por ende a la población en general.

2.Nociones de la Fisiología del siglo XIX

En la sección anterior se mencionó la distinción entre las corrientes mecanicistas y animistas. Muchos textos consideran que esta era llegó a su fin con el fallecimiento del gran forjador del vitalismo Xavier Bichat después de 1800, en aquel entonces, comenzaron a cuestionarse la orientación que se le brindaba a la fisiología. En su intención e interés constante por buscar nuevas explicaciones que pudieran permitir entender los fenómenos biológicos para poder interpretar la vida misma y sus diferencias entre especies, comenzaron a forjar en Alemania la filosofía de la naturaleza, basándose en la afirmación que el pensamiento científico debía ser racionalista, y que tenía que desdibujarse la idea de entender o contemplar al ser vivo como una compleja máquina. Por tanto, estos nuevos filósofos sustituyeron la imagen mecánica del mundo por una imagen dinámica.

2.1. ¿Qué se yacía?...

La Naturphilosophie también conocida como la filosofía romántica de la naturaleza, constituyó una corriente en la tradición filosófica predominante en Europa, que surgió como un movimiento, una manifestación nacionalista alemán, en la que particularmente se adoptaron, corrientes de pensamiento opuestas a las francesas, lo que requería contrariar otras doctrinas que se basaban en la experimentación.

Las concepciones de Naturphilosophie” buscaban comprender la estrecha y peculiar relación entre la filosofía y las ciencias de la vida (18). Surgió como un campo epistémico para el nacimiento de la biología moderna, orientada hacia afirmaciones que se relacionaran con conocimiento científico, filosófico, literario, religioso y mitológico.

Estaba basada en los debates científicos y filosóficos sobre el mundo orgánico y las reflexiones sobre la teleología, para comprender la ciencia aplicada al estudio de la naturaleza (18).

Friedrich Wilhelm Joseph Schelling (1775-1854), filósofo considerado el padre de esta corriente, era un profundo conocedor de la ciencia de su época, especialmente en lo que se refería a la física, la química y la fisiología. (19) Potenció la teoría que entendía que el espíritu y la materia no eran en realidad más que formas distintas de una misma sustancia.

El enfoque de las reflexiones que estaban inmersas en este espacio, se dirige principalmente hacia la filosofía de la naturaleza y por tal motivo, buscaba explicar el origen de la misma.

De acuerdo a lo anterior, los filósofos románticos de la naturaleza, dentro de sus alcances, rechazaron nociones biológicas que ya se consideraban establecidas, demostrando una importante necesidad de cambios epistemológicos a las teorías contemporáneas.

2.2. ¿A qué se debió el cambio de conceptualización?

Durante mucho tiempo, el desarrollo de la fisiología estuvo anclado con el de la anatomía (1), debido a que la concepción predominante entre muchos científicos destacados era que la función dependía de manera secundaria de la anatomía, como si se tratase de concebir la fisiología como una versión animada de la estructura, en donde el órgano creaba la función; idea que se mantuvo vigente durante muchos años (20). Esta influencia fue ejercida de manera decisiva precisamente por el movimiento de la Naturphilosophie a finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX. Sin embargo, a principios de este siglo, los fisiólogos comenzaron a demostrar de manera consistente que la función no necesariamente se deducía de la estructura, lo que llevó a que la anatomía adquiriera un papel secundario (2).

Esta disolución de ideas, ocurrió en el enfrentamiento entre dos corrientes: por un lado, los investigadores alemanes, que eran principalmente anatomistas y se centraban en la observación; y por otro lado, los fisiólogos franceses y los rusos, que abogaban por la investigación y/o experimentación. Debido a numerosas investigaciones durante este período, se crearon muchos laboratorios bien equipados, departamentos y sociedades de fisiología (2).

Un último paso para la consolidación de la Fisiología Experimental se dio con el triunfo de la idea de experimentación sobre la observación y la descripción detallada de las estructuras. Esto condujo a una separación definitiva entre la Fisiología y la Anatomía, y desde entonces, los experimentadores prevalecieron, consolidando la Fisiología Experimental, como una ciencia independiente de la Medicina y la Anatomía. De hecho, el éxito de la fisiología en este siglo puede explicarse por ese cambio intelectual que significó por supuesto, pasar de la descripción morfológica a la observación y aún más, al experimento. Esto representó además, superar completa y definitivamente la perspectiva del Animismo- Vitalismo (20).

La acostumbrada disputa entre los observacionistas alemanes y los experimentalistas franceses que había comenzado en el siglo XVIII, culminó en la segunda mitad del siglo XIX, estableciendo y consolidando la fisiología como una entidad independiente que prospera hoy (21). Esta evolución será descrita en detalle más adelante en esta sección.

Es importante destacar que en esta época se experimentó un significativo auge investigativo, lo que resultó en una acumulación considerable de conocimientos en fisiología, conllevando posteriormente a desarrollar esta disciplina como una ciencia experimental.

De acuerdo con lo anterior, en términos generales del contexto histórico, el avance logrado a mediados de este siglo, se atribuye a la investigación empírica en dos países que aportaron mayor empeño, destacándose por su dedicación y habilidad: Francia, que se basó en el vitalismo, y Alemania, donde prevaleció el pensamiento romántico.

Referente a esta ubicación geográfica, el conocimiento fisiológico experimentó un crecimiento significativo gracias a las contribuciones históricas y roles influyentes desempeñados por destacados fisiólogos. Entre ellos se encuentran François Magendie y Claude Bernard en Francia, quienes contribuyeron a establecer la fisiología como una ciencia biomédica experimental. En Alemania, se destacaron fisiólogos como Edme Félix Alfred Vulpian, Johannes Peter Müller, Emil Du Bois-Reymond, Hermann von Helmholtz y Carl Ludwig. También se mencionan figuras de Rusia como Ivan Pavlov (21).

Como se ha descrito, los fisiólogos alemanes, eran más anatomistas que fisiólogos, pues sus teorías funcionales las deducían de observaciones anatómicas, era evidente su falta de interés por la experimentación y preferencia por la observación (22).

Con relación a la fisiología experimental, anteriormente ya se habían realizado pinceladas con aproximaciones al respecto, pues no era una conducta completamente nueva para el siglo XIX. Sucede que, la experimentación prácticamente había existido desde la antigüedad, realizada por Galeno en el siglo II, e incluso, con los descubrimientos de las funciones orgánicas, iatromecánicos como William Harvey ya se habían anticipado a ella; sin embargo, la diferencia en esta época en comparación con las anteriores radicaba en la disposición y en la influencia de las ideas y herramientas analíticas surgidas de las ciencias físicas en desarrollo, las cuales proporcionaban un complemento para emprender estudios y descubrir principios desconocidos.

Es por eso que la fisiología “moderna experimental” en sí, nació y adquirió credenciales científicas auténticas a lo largo del siglo XIX (22).

2.3. El surgimiento de la fisiología experimental

Para esta época, se realizaron numerosos estudios que aportaron ideas sobre las transformaciones químicas que ocurren internamente en el organismo, relacionadas con procesos digestivos, de absorción, nutrición y secreción. Esta convergencia con la química generó un desarrollo conceptual. La identificación de estas funciones fisiológicas esenciales de los órganos internos, sentó una base sólida para nuevas investigaciones.

También, el concepto de la circulación como un sistema mecánico, comenzó a modificarse a principios de este siglo, mediante la aplicación de principios matemáticos y de hidrodinámica (23).

Durante ese periodo, se llevaron a cabo experimentos altamente innovadores en el sistema nervioso central con el propósito de identificar las partes que eran esenciales para la supervivencia. Para obtener material de estudio, se recurría a la decapitación de animales y a la extracción violenta de segmentos de su médula espinal mediante amputaciones.

Un fisiólogo que poseía habilidades quirúrgicas adecuadas bien entrenadas, podía determinar la función de las partes aisladas al observar los movimientos o áreas sensoriales que quedaban inactivas (24). El sistema nervioso fue el primero en ser examinado mediante técnicas de vivisección, ya sea mediante el corte de nervios periféricos o disecando el sistema nervioso central.

Por otra parte, los médicos fisiólogos franceses de principios del siglo XIX no contaban con una base institucional sólida de respaldo para llevar a cabo sus investigaciones, lo que los obligaba a proceder de manera independiente o aprovechar cualquier espacio que les brindara apoyo, con el fin de establecer una base para el arte de experimentar con animales vivos (24).

2.4. Discursos, ideas y fundamentos de los principales exponentes en este siglo

Uno de los fisiólogos que desempeñó un papel decisivo e influyente en el establecimiento y fortalecimiento de la Fisiología, como se ha mencionado anteriormente, fue François Magendie. Nacido el 6 de octubre de 1783 en Burdeos-Francia y falleció el día de su cumpleaños en 1855. Siendo hijo de un cirujano, siguió los pasos de su padre y se convirtió en un cirujano bien entrenado (24). Durante su infancia, vivió en tiempos tumultuosos y, debido a la Revolución Francesa, emigró a París, donde se convirtió en aprendiz del cirujano Alexis de Boyer, quien lo aceptó como alumno en el estudio y preparación de disecciones anatómicas.

2.4.1. François Magendie. Distinguido y Memorable

François Magendie, inicialmente discípulo de Bichat, pero cambió de dirección en sus ideas tras la muerte de su maestro. En 1808, obtuvo su título de médico y comenzó a trabajar como asistente de anatomía, impartiendo cursos de Anatomía y Fisiología. En 1809, publicó su primer trabajo en el cual elogiaba y glorificaba la memoria de Xavier Bichat, y por otra parte, criticó la teoría de las propiedades vitales, además expresó su insatisfacción con el estado en el que se encontraba la Fisiología francesa (24).

Para Magendie los fenómenos orgánicos eran susceptibles de ser reducidos a explicaciones físicas y químicas y todas sus demostraciones experimentales buscaban respaldar esta afirmación. Esta diferenciación con respecto las ideas de Bichat permitió el desarrollo y la construcción de esa otra rama que empezó a ganar suma importancia en la época: la Fisiología Experimental, como se mencionó anteriormente. Magendie fue considerado un pionero en este campo y estableció el primer laboratorio de Fisiología (24).

Figura 5. François Magendie



Fuente: (23)

Se dice que Magendie mostraba un comportamiento brusco y una relación conflictiva con su profesor de anatomía, lo que llevó a que otros profesores lo consideraran un rival

peligroso. En 1813, decidió renunciar a su cargo como profesor de anatomía y comenzó a ejercer de forma privada, dedicándose a la medicina y dando clases de fisiología. Con esto, pasó de ser cirujano a un ferviente experimentador, según, porque era un campo en él no había mucha competencia. Durante su carrera, hizo numerosos descubrimientos en el ámbito de la fisiología, especialmente en neurofisiología y también en nutrición.

Su enfoque inicial apartaba la física de la experimentación fisiológica que ejercía, prefiriendo el trabajo con los animales, pues refería que eso le acercaba mucho más, al problema de la vida (22). Posteriormente, se opuso a las especulaciones filosóficas y en su lugar se centró en la experimentación rigurosa sistemática reconociendo la importancia de explicar los fenómenos naturales a través de las leyes de la física y la química. Sin embargo, no logró generalizar los hallazgos descubiertos debido a la falta de elaboración de hipótesis, lo que limitó su capacidad para establecer relaciones entre los diferentes fenómenos observados (25).

Magendie llevó a cabo sus primeros experimentos sobre los mecanismos de la deglución, demostrando el papel del estómago, y no dudó en probar en su propio cuerpo todas las sustancias que consideraba inofensivas en sus experimentos con animales.

Hubo una fuerte disputa entre Magendie y el distinguido fisiólogo Carlos Bell (25), un cirujano anatomista británico comprometido con establecer la fisiología como una disciplina basada solo en la disección en lugar de la vivisección. La contienda se centró en quién tuvo prioridad en el descubrimiento de los reflejos espinales. Muchos británicos afirmaron que Charles Bell había publicado sus descubrimientos antes que Magendie, quien supuestamente los había robado.

A pesar de esto, el hecho de haber llegado a la misma conclusión por su parte, resultó en la creación de la "ley Bell-Magendie", que reflejaba dos perspectivas distintas. Por un lado, el anatomista Bell, que llegó a su descubrimiento mediante la observación e inferencia de la función; y por otro lado, el científico de mentalidad fisiológica Magendie, que insistió en la verificación experimental, haciéndose famoso por sus demostraciones públicas de vivisecciones en vivo, de nervios craneales en caninos (26).

Este desacuerdo entre Magendie y Charles Bell, surgió durante el segundo cuarto del siglo XIX, en 1822 y duró 20 años, hasta la muerte de Bell en 1842. Ambos afirmaron haber descubierto una ley que gobernaba el comportamiento del sistema nervioso.

El debate entre Bell y Magendie no solo involucraba la rivalidad por la superioridad entre la ciencia británica y francesa, sino también la controversia en torno a la vivisección en la fisiología. La visión de Bell de la fisiología se basaba en la importancia de los "sistemas" teóricos conformados por partes anatómicas que trabajan en conjunto y las conexiones funcionales entre ellas, mientras que Magendie, quien se consideraba humildemente un recolector de fragmentos de verdades de la naturaleza, enfatizaba en los "hechos" fisiológicos concretos y discretos (27).

Tras la Revolución, en 1813, se estableció una nueva estructura para los estudios médicos bajo la influencia de la Asamblea. Se creó el Instituto Médico Militar, posiblemente impulsado por las victorias del Ejército del Norte, que requería cirujanos militares debido al contexto de la guerra de independencia (25).

En 1815, la Francia posrevolucionaria enfrentaba escasez de alimentos. Magendie por tener estudios en el tema, fue nombrado presidente de una comisión encargada de investigar el valor nutricional de varios extractos de alimentos que tenían disponibles (26). Durante este tiempo, Magendie también llevó a cabo demostraciones públicas de fisiología en el anfiteatro, que había sido convertido en una Escuela de Medicina durante la Revolución. Sus vivisecciones destacadas, eran brillantes, y tuvieron un gran impacto y éxito, lo que sirvió de estímulo y admiración de los jóvenes estudiantes (23).

Tales experimentos fueron reprendidos, duramente censurados y considerados atroces; varios médicos destacados se unieron para criticar la crueldad excesiva y prolongada llevada a cabo por este científico francés, esta preocupación no era ajena en Gran Bretaña, donde se había promulgado la Ley Martin en 1822 para prevenir la crueldad hacia los animales. Sin embargo, estaba claro que estos experimentos demostraron ser fundamentales para determinar múltiples funciones de nervios como el óptico, el facial y el vestibulococlear, a través de la valoración y/o evaluación de las respuestas sonoras de los animales (gritos) utilizados en los experimentos (27).

Por su parte, Bell argumentó que la vivisección podía causar estrés en el cuerpo del animal y alterar su comportamiento, lo que no permitía obtener resultados precisos en fisiología, provocando que el animal actuara de manera diferente, revelando una expresión anómala y no el comportamiento que la fisiología buscaba comprender.

A diferencia de Magendie, Bell consideraba que los experimentos debían usarse solo con fines de confirmación o demostración de una teoría anteriormente encontrada, y que el estudio de la anatomía era el método apropiado para llegar a la fisiología. Según Bell, la ciencia debía tener objetivos filosóficos, buscando explicaciones causales a través de sistemas simples y coherentes. Quería que la disciplina de la fisiología fuera filosófica en ese mismo sentido. En cambio, Magendie era una nueva generación de científicos porque sí apuntaba a los hechos, era como una especie de empirista descriptivo y no consideraba objetivos los sistemas teóricos. Su experimentalismo tenía intenciones diferentes a los de Bell (26).

Magendie publicó en 1818 su manual de fisiología "Elementary", e hizo descubrimientos en casi todos los aspectos de investigación fisiológica, enfatizó en todas sus conferencias y libros que la experimentación es en sí, la fuente del conocimiento. Uno de sus hallazgos se relacionó con el líquido cefalorraquídeo, descubierto previamente por el italiano Domenico Cotugno (1736–1822).

Magendie documentó sus observaciones sobre este líquido, presentó sus hallazgos encontrados y demostró la salida de este fluido desde el cuarto ventrículo hacia el espacio subaracnoideo. Por tal motivo, su nombre vive hoy en epónimos como el foramen de Magendie, entre otros. Con esto, Magendie contradujo la anterior ley de Bichat, que establecía que el líquido secretado por un órgano hueco siempre se secreta hacia el interior del órgano y no hacia su exterior (27). Magendie pensaba que la vivisección era indispensable para recopilar datos sobre las funciones corporales. (26, 27).

Magendie fue uno de esos experimentadores absolutamente empíricos que evitaba introducir cualquier tipo de razonamiento en sus observaciones y experimentos. Estos los realizaba, con el único propósito de observar, sin preconcepciones o ideas previas. Según él, el razonamiento sólo servía para engañar o desorientar, y defendía que los hechos se explicaban por sí mismos mediante la simple comparación. Para explicar su disposición de

ánimo y expresar su enfoque, Magendie solía decir: “cuando experimento, no tengo más que ojos y oídos, carezco absolutamente de cerebro” (23).

Magendie , a diferencia de muchos fisiólogos del siglo XIX, investigó diversos sistemas del cuerpo; como el corazón, los vasos sanguíneos, el hígado, y llevó a cabo investigaciones durante períodos notablemente prolongados. Aprendió a aplicar los resultados de laboratorio en sus pacientes; empleó protocolos fisiológicos para mejorar la práctica clínica y por consiguiente, contribuyó con el surgimiento de la disciplina. Se consideraba así mismo como un todoterreno y un "recolector fisiológico", alguien que recoge frutos de diferentes lugares, expresando que atravesaba el campo de la ciencia y que recogía lo que encontraba. Era un individuo único y altamente crítico. Realizaba experimentos audaces pero sin ningún plan preconcebido, no tenía reparos en cambiar de opinión constantemente según lo dictaran los hechos.

Su discípulo más talentoso, y podemos decir que superó al maestro fue Claude Bernard (1813-1878), destacado médico francés que fue el alumno de Magendie desde 1841 hasta 1843. Luego, en ausencia de éste, lo sustituyó (23).

2.4.2. Claude Bernard: Talento y firmeza

Bernard nació el 12 de julio en Saint Julian de Villefranche, Borgoña, en 1813, en el seno de una familia de viticultores, y falleció en París en 1878 (27).

A los 8 años, comenzó su educación inicial donde recibió clases de latín impartidas por el párroco local; diez años después se vio obligado a abandonar sus estudios debido a la falta de recursos económicos y empezó a trabajar como aprendiz y ayudante farmacéutico. Fue en este momento cuando tuvo su primer contacto con sustancias y fórmulas químicas, incluyendo venenos; despertando su interés por la manipulación informal de preparados, algunos de ellos muy antiguos. Esta experiencia marcó su primer acercamiento a la "ciencia" y le resultó fascinante (28).

Inicialmente, tenía el deseo de convertirse en escritor y se trasladó a París en 1832, donde presentó su pieza de teatro ante el poeta y crítico Saint-Marc Girardin, quien le aconsejó que mejor aprendiera un oficio para ganarse la vida.

Muy pronto, estableció contacto con François Magendie, quien, más allá de los programas académicos, llevaba a cabo sus propias investigaciones en animales y animaba a sus alumnos a realizar experimentos. Bernard ganó la confianza de su maestro y se convirtió en su interno asistiendo a sus clases magistrales, sesiones de disección anatómica y aprendiendo a realizar autopsias. (29).

Durante este periodo, Claude Bernard vivió una etapa muy significativa en la que no solo aprendió de su mentor las técnicas de experimentación en animales, sino que también desarrolló un espíritu crítico y escéptico en la investigación científica, con el objetivo de realizar descubrimientos en el campo de la fisiología humana. Sin embargo, desde aquel entonces, Bernard mostraba ciertas discrepancias con algunas ideas de su mentor, ya que tenía una perspectiva epistemológica más profunda (29). En aquel tiempo, la medicina aún no se consideraba una ciencia en sí misma, ya que no tenía un enfoque experimental completamente desarrollado, aunque se encontraba en proceso de construcción (28).

Figura 6. Claude Bernard



Fuente: (28)

Resulta que, para esta época, la medicina clínica francesa estaba en su esplendor gracias a los logros de muchos médicos como Jean Nicholas Corvisart que promovió la técnica de

percusión y Laënnec que inventó el estetoscopio. A pesar de este contexto, Claude Bernard tomó la decisión de alejarse de esa corriente de clínicos distinguidos y se dedicó por completo a la investigación científica. Aunque había publicado tres artículos, sus primeras incursiones en la ciencia no fueron fáciles, ya que estas publicaciones contenían conclusiones erróneas.

Por otra parte, se encuentra que dentro de los principios de Bernard, estaba descrito que los fenómenos de la vida debían ser estudiados en su contexto natural, lo que implicaba realizar investigaciones en animales vivos. Estaba firmemente convencido de que la vivisección era el camino más efectivo para descubrir la verdad en el campo de la medicina; pues esto, le permitía reproducir los fenómenos en las condiciones más próximas al estado natural, en condiciones cercanas al estado natural, lo que aseguraba resultados similares, si no idénticos (28).

Su excepcional destreza manual, le permitía realizar operaciones de manera rápida, incluso en una época en la que los anestésicos modernos no estaban disponibles. Sabiamente, utilizó el lenguaje de la fisiología para indagar en la naturaleza, en muchos de sus descubrimientos, infería el estado fisiológico o normal a partir de la observación del estado patológico que generaba experimentalmente. Para él, la experimentación es el diálogo con la naturaleza en el cual las ideas se ajustaban a la evidencia de los hechos (28).

En 1845 por conveniencia económica, contrae matrimonio. Su esposa era opositora a su forma de investigar, y de manera paradójica, de cuatro hijos, dos estuvieron involucrados con los grupos antiviviseccionistas de la época, inclusive fundaron el cementerio de animales.

El año 1848 fue determinante en su vida, realizó su primer gran descubrimiento; la enzima lipasa pancreática. El hecho de aclarar el funcionamiento del páncreas y la grasa de la dieta, significó el gran principio de su carrera científica. Presentó investigaciones originales sobre los fenómenos físicos de la vida, experimentando con animales vivos a pesar de la oposición de los antiexperimentalistas y antiviviseccionistas (28).

Su estrategia consistía en familiarizarse con las funciones de los órganos de los seres vivos, plantear preguntas, proponer hipótesis para responder a esas preguntas y someter

a prueba esas hipótesis mediante experimentos. Por su preparación vitalista consiguió mejorar el método riguroso de su mentor.

En aquella fisiología de principios del siglo XIX, el razonamiento experimental implicaba seguir el enfoque y proceder de Magendie; pero siguiendo la opinión de Claude Bernard, incluso muchos otros investigadores también manifestaban que Magendie se limitaba a considerar exclusivamente los resultados experimentales sin involucrar ninguna idea sistemática, ni como punto de partida, ni como consecuencia (23).

En ese momento, Magendie comprendió la importancia fundamental de las hipótesis en el método experimental. No solo eso, sino que las utilizó ampliamente en su labor investigadora y en su papel como fisiólogo. Además, las empleó con los mismos propósitos que Bernard les atribuía: dirigir la observación, proporcionar una base para la explicación de los hechos y poder ser sometidas a contrastación (23).

Claude Bernard ocupa un lugar bien merecido en la historia de la ciencia debido a sus importantes descubrimientos y la introducción de conceptos revolucionarios que contribuyeron al mayor entendimiento del cuerpo humano. Aunque su nombre es reconocido por muchos, en realidad son pocos los que conocen las razones detrás de su destacada influencia en la historia (28).

Antes de Claude Bernard, la Fisiología se había basado en gran medida en especulaciones a lo largo de siglos. Nunca ejerció la medicina y al principio, no tenía un laboratorio, por lo que pasó muchos años trabajando en una cueva húmeda y oscura, pero después de mudarse al Museo, se produjeron cambios significativos. Durante ese tiempo, desarrolló la idea de que la fisiología podía estudiar las funciones de los cuerpos de plantas, animales y humanos de manera similar.

Después de esto, la fisiología general se transformó en una ciencia verdaderamente experimental, abarcando tanto animales como plantas. Fue aquí donde Bernard logró romper la distinción entre los reinos animal y vegetal en el ámbito de la fisiología experimental. Por eso, el Museo de Historia Natural desempeñó un papel crucial en esta transformación. Allí, zoólogos, botánicos y fisiólogos trabajaron juntos, y la distinta tradición de historia natural de la institución permitiendo a los científicos, estudiar tanto animales

como plantas simultáneamente. Aunque en este ir y venir, fue que surgieron los conflictos entre los experimentalistas y los naturalistas, Bernard supo mediar con este proceso, manifestando su papel como fisiólogo, demostrando la importancia de revelar, a través de la experimentación, los principios fundamentales de la vida, que ya habían sido descubiertos por los historiadores naturales.

Es de rescatar, que Claude Bernard fue uno de esos médicos innovadores que modernizaron la forma de enseñar, y también participó en la incorporación de las Ciencias Básicas en la educación médica. Gracias a su dedicación a los pacientes y su familiaridad con las investigaciones de su época, pudo profundizar en sus estudios fisiológicos, realizando numerosos descubrimientos fundamentados en la Medicina Experimental.

Se encuentran escritos, donde se plasma la significancia del uno para el otro; que si no fuera porque Magendie tuvo de alumno a Claude Bernard, su fama sería solo una fracción de lo que fue. Y si Bernard no hubiera encontrado la guía de Magendie, es incierto si hubiera superado los desafíos que se le presentaban.

Claude Bernard reconoció la conexión entre la primera observación (descrita como intuición) y el conocimiento previo, junto con el razonamiento que conduce a la comprensión de un fenómeno y, por ende, a la formulación de una hipótesis (una idea experimental). Todo este proceso reflexivo fue el resultado de su trabajo en el laboratorio, que él consideraba como un lugar sagrado.

Pero después, vio la necesidad de organizar y estructurar la argumentación dentro del marco de la metodología de investigación en seres vivos. Por lo tanto, su mayor mérito, fue sistematizar, resumir y presentar con claridad filosófica el significado de su propia experiencia científica, convirtiéndola en un modelo de conducta en el laboratorio. Aportó elementos del proceso mental que guía al científico a sus hallazgos y según su pensar, el método experimental se basa en tres elementos fundamentales: el sentimiento, la razón y la experiencia, los cuales son interdependientes.

En sus escritos, se evidencia su rechazo a la investigación carente de sentimiento, ya que él considera, que es esencial tener la capacidad humana de maravillarse, ser sensible al entorno y permitir que la imaginación despierte la intuición. Según él, la razón permite

acercarse a la comprensión de los fenómenos naturales, la experiencia, adentrarse en sus secretos, observar con el fin de poner a prueba una hipótesis, manteniendo la llama de la duda encendida.

El punto culminante del pensamiento de Claude Bernard se encuentra en su noción del "medio interno", que es la condición para la vida libre y el mecanismo regulador. Su experiencia en la vivisección le permitió desarrollar su teoría del equilibrio dinámico de los seres vivos o "milieu intérieur". Sin embargo, para él, existía una relación entre los órganos y sus células, formando una unidad funcional que él llamó "unidad orgánica". Esta idea desmanteló la creencia de que el organismo era un conjunto de órganos independientes y sin conexión entre sí. Para Bernard, la medicina científica moderna se basa en una concepción de la vida que depende del medio interno (28).

Después de dedicar incansablemente 25 años a su trabajo, y tras realizar numerosos y significativos descubrimientos fisiológicos, publicó en 1865 su libro titulado "Introducción al Estudio de la Medicina Experimental". En esta obra, logra expresar equilibradamente la relación entre la Fisiología y la Filosofía de la ciencia.

Claude Bernard estableció una serie de pasos para aplicar el método científico o experimental, los cuales incluyen: identificar el problema, formular una hipótesis, verificarla a través de experimentos, revisar y volver a evaluar el problema. Entonces lo denominó razonamiento experimental, cuyo proceso comenzaba con la formulación racional de una idea previa o hipótesis, que debía ser sometida a experimentación para ser confirmada o refutada, se procedía con un método analítico y luego se observaban los resultados obtenidos.

Es cierto que Bernard logra imprimir su sello con los términos que describen estos componentes. Sin embargo, estos elementos estaban incluidos de manera tácita en la práctica llevada a cabo por Magendie. Ambos trabajaron con el mismo método, aunque es cierto que solo Bernard tuvo la intención de expresar de manera sistemática estas pautas metodológicas a las que se adhirieron (23). Con respecto a esto, la hipótesis experimental debe ser verificable experimentalmente. El vitalismo, por ejemplo, planteó la hipótesis de la fuerza vital, que por su propia naturaleza era imposible de verificar. Este tipo de ideas,

no tienen lugar en el enfoque de una fisiología científica. Estas pertenecen a ideas de especulación.

Bernard fue el primero en asumir y proclamar la absoluta necesidad de las hipótesis en el ámbito de la ciencia.

De aceptar que Magendie empleaba hipótesis contrastables en su trabajo, es a éste a quien habría que haber concedido un protagonismo completo en la consagración del método experimental en la medicina francesa. Sin embargo, es Bernard quien se dedica a realizar un análisis detallado de los conceptos (23). Posteriormente, presenta a Magendie como enemigo de las hipótesis (23).

Su maestro, François Magendi, aparece como una figura que abre las puertas a una teoría madura de las funciones orgánicas basada en la experiencia. Sin embargo, la opinión predominante es que, aunque Magendie sentó las bases y haya marcado el camino; Bernard fue quien llevó a cabo la culminación del método experimental en la fisiología francesa.

En conclusión, Magendie descartaba las hipótesis, mientras que Bernard las consideraba indispensables. Es precisamente el papel de la hipótesis en la investigación experimental lo que distinguió verdaderamente las respectivas filosofías de Claude Bernard y François Magendi (23). Al finalizar el siglo XIX, la fisiología se había consolidado firmemente en un enfoque fundamentado en hipótesis, promovido gracias a Claude Bernard (2).

Dentro del ámbito de la fisiología, esto acontecía en Francia, con estos principales representantes de la fisiología basada en una observación rigurosa y la experimentación; ahora se hará mención de Johannes Petrus Müller, un destacado fisiólogo que se destacaba por sus obras y contribuciones originales en áreas como los reflejos, la sensación y la embriología comparada (29).

2.4.3. Johannes Petrus Müller

Johannes (1801-1858) nació el 14 de julio de 1801 en Coblenza. Fue el primer hijo de Mathias Müller, un zapatero, y creció en un ambiente donde su padre, un entusiasta y bien informado astrónomo, compartía su conocimiento y despertaba en Johannes un duradero interés por la observación de la naturaleza en general y la astronomía en particular (30).

En la escuela secundaria, Johannes Müller estudió ciencias naturales, latín e inglés, pero debido a la guerra, tuvo que abandonar prematuramente sus estudios y comenzar a trabajar a los 17 años. Poco tiempo después, se alistó como soldado y fue capturado por los estadounidenses, siendo enviado a un campamento del ejército de los EE.UU. en el sur de Francia. Durante su cautiverio, el enfoque en el conocimiento del inglés fue reemplazado por adquirir habilidades prácticas, y su interés se inclinó hacia la biología debido al entorno francés en el que se encontraba (31).

Figura 7: Johannes Müller



Fuente: (31)

Después de completar sus estudios secundarios en 1818 y pasar un año en el servicio militar, Johannes Müller inició sus estudios de medicina. Ganó un premio universitario por su trabajo sobre la respiración fetal y fue nombrado profesor extraordinario de anatomía y fisiología (31). A partir de 1823, obtuvo su licenciatura en medicina y se especializó en microbiología, enfocándose en parasitología y micología.

Müller por el contrario, era un amante de lo general, lo abstracto y los principios, y se convirtió en el gran maestro de esta corriente alemana, formando una distinguida escuela que atrajo a una serie de personalidades destacadas de la ciencia en ese país. Entre ellos se encontraban Ernst Haeckel, Hermann Helmholtz, Kolliker, Theodor Schwann, Jacob Henle, Karl Vierordt, Rudolf Vichow. La influencia y la inspiración de Müller se extendieron a muchas personas que desempeñaron un papel importante en disciplinas como la anatomía, fisiología, patología y zoología durante la segunda mitad del siglo XIX.

Aunque Müller concebía la fisiología más como una anatomía de mayor nivel que como una ciencia experimental, sus discípulos se esforzaron por mejorar las ideas de su maestro introduciendo la experimentación y adoptando la metodología física en la investigación fisiológica. Esto les permitió obtener resultados más precisos, aunque a veces a expensas de reducir la amplitud de los problemas estudiados. El Instituto Müller dio lugar a un grupo especial de científicos jóvenes, talentosos y enérgicos, que se hicieron conocidos como físicos orgánicos. Este grupo altamente productivo e influyente incluía también a Emil du Bois-Reymond y Ernst Brücke, entre otros.

Rechazaron tanto la filosofía natural como el vitalismo como influencias determinantes en la fisiología. Estaban firmemente convencidos de que en el organismo no existen fuerzas activas únicas, sino más bien procesos físico-químicos comunes. El objetivo final del grupo era describir la naturaleza utilizando principios físicos y matemáticos. Estas características reflejaban el enfoque reduccionista promovido por ellos (31).

Él y sus alumnos llevaron a cabo experimentos que sentaron los cimientos de la biología moderna, pero no trabajaron en un espacio o funcionaron como un grupo unificado. Improvisando, realizaban investigaciones científicas en cualquier lugar y momento que pudieran: en pequeñas habitaciones junto a las salas de disección de los estudiantes de medicina, en salones e incluso en los rincones de las ventanas del Museo Anatómico (31).

En ese momento, la biología se encontraba en una encrucijada entre los observadores, aquellos que reflexionaban sobre los comportamientos de los animales, y aquellos que, utilizando métodos físicos, intentaban comprender los fenómenos vitales (la escuela de Müller). Por otro lado, estaban los experimentadores (como Magendie y Bernard) que buscaban comprender los fenómenos biológicos a través de los procesos que se producían

en los organismos vivos. Darwin optó por la observación, y durante muchos años, la fisiología se basó en ella, dejando en segundo plano la experimentación. Esta preferencia por la observación, tuvo su origen en la creencia de que la experiencia era crucial para obtener un conocimiento puro y profundo.

Como respuesta natural, surgieron teorías contrarias en diferentes países, y todavía, la mayoría de los expertos aun en esa época eran más o menos mecanicistas. Solo cuando el impulso del Darwinismo disminuyó un poco, se comenzó a considerar nuevamente la posibilidad de que la vida pudiera ser algo más que el funcionamiento de una máquina compleja.

Había distintas concepciones de cuáles debían ser los métodos para estudiar las funciones. Por un lado, los alemanes, liderados por Johannes Müller, creían que debían emplear la observación objetiva y rigurosa como método de investigación de las funciones, rechazando la vivisección por considerarla cruel e infructuosa. Por otro lado, los franceses, encabezados por François Magendie (1783-1855), pensaban lo contrario, que la vivisección era indispensable para recopilar datos sobre las funciones corporales.

Tanto la escuela alemana como la francesa realizaron contribuciones significativas al conocimiento de las funciones orgánicas. Los investigadores alemanes, por ejemplo, se enfocaron en el estudio de las glándulas, la sangre, la linfa, el sistema nervioso y los órganos sensoriales. Por otro lado, los investigadores franceses se dedicaron a explicar la fonación, las funciones del sistema nervioso, la nutrición, la digestión, entre otros.

Müller es reconocido como el principal reformador de la fisiología a finales de la década de 1830, ya que desempeñó un papel fundamental en liberar a la ciencia del enfoque romántico que había prevalecido durante varias décadas. En su trabajo, enfatizó los aspectos comparativos y de desarrollo en el estudio de la fisiología, y resaltó la importancia de una observación minuciosa. Sin embargo, a pesar de sus contribuciones, Müller no se dedicaba a realizar experimentos y aún sostenía una perspectiva vitalista.

Müller estaba convencido de la existencia de diferencias entre lo orgánico y lo inorgánico, y no aceptaba las leyes físicas como factores determinantes subyacentes a los procesos fisiológicos.

El campo de la anatomía se benefició de las contribuciones de Müller, quien proporcionó nombres a las estructuras corporales y jugó un papel importante al capacitar a microscopistas y experimentadores para explorar el cuerpo humano a nivel celular. A lo largo de diferentes períodos, hubo conflictos religiosos y políticos que interrumpieron las investigaciones con sus alumnos, pero él siempre insistía en retomarlas una vez que se estos resolvieran.

Müller mantenía una estrecha relación entre la anatomía y la fisiología, lo cual estaba en sintonía con su época. Sin embargo, a diferencia de la mayoría de sus predecesores, él no creía que la función pudiera deducirse únicamente a partir de la estructura.

En su papel como líder de una generación de jóvenes investigadores, Müller demostró un amplio interés en diversos campos de observación y experimentación (24). Él establecía conexiones lógicas entre la anatomía comparada, la química y la física con los problemas de la fisiología, dejando un registro de los conocimientos fisiológicos hasta la cuarta década de su siglo. Aunque inicialmente estuvo influenciado por la tendencia de la filosofía natural y mostró inclinaciones hacia el vitalismo, después mantuvo una rigurosa observación y experimentación en sus investigaciones.

Sus estudios se centraron principalmente en la fisiología del sistema nervioso y los órganos sensoriales de una amplia variedad de animales, y fue quien formuló la ley de las energías sensoriales, que establece que un órgano puede responder de manera específica y concreta a los estímulos. (25)

Como anatomista comparativo y pionero en biología marina, Müller desarrolló una red que todavía se utiliza para recolectar plancton y realizó descripciones detalladas del desarrollo de numerosos organismos. En 1858, introdujo métodos que revolucionaron las ciencias experimentales y descriptivas de la vida. Müller era un apasionado del trabajo microscópico, cartografiando el cuerpo humano a nivel celular y brindando capacitación a microscopistas y experimentadores.

Müller, se convirtió en el anatomista y fisiólogo más admirado germanohablante durante la segunda mitad de este siglo. Gracias a sus contribuciones, desarrolló métodos que transformaron las ciencias experimentales y descriptivas de la vida.

2.4.4. Müller y algunos de sus seguidores

Como se mencionó previamente, este renombrado fisiólogo atrajo a estudiantes destacados despertando la curiosidad intelectual. Müller, como experto microscopista y entrenado experimentador fisiológico, llegó a ser la mejor guía posible para muchos investigadores (31). Sus discípulos lograron descubrimientos fundamentales a pesar de los desafíos significativos que enfrentaron; algunos de ellos se traen a mención:

Figura 8: Jakob Henle



Uno de los alumnos destacados de Müller fue Jakob Henle (1809-1885), quien enseñó anatomía al bacteriólogo Robert Koch y, precedió a Louis Pasteur, pues postuló que las enfermedades son causadas por organismos vivos (32).

Fuente: (31)

Ernst Haeckel (1834-1919), quien también era filósofo y embriólogo, fue un ferviente evolucionista, un gran defensor de la idea de selección natural. Construyó su reputación científica mostrando su pensamiento semejante al de Müller. En su ciencia y en su escritura personal, es un narrador por excelencia y claramente comprendía que podía tener influencia para las generaciones futuras.

Figura 9: Ernst Haeckel



Fuente: (31)

Las acostumbradas palabras en sus cartas de Haeckel revelaban una compulsión por narrar, siempre con la intención de transmitir la maravilla de las formas naturales y despertar el interés de sus lectores por la ciencia. Tuvo muchos conflictos internos, porque aunque ingreso a estudiar medicina por complacencia de sus progenitores, para él, no

resultaba agradable e incluso para el implicaba un sacrificio someterse a diseccionar cadáveres, por lo que más bien idealizó el espacio donde se llevó a cabo la investigación.

Por otro lado, Rudolf Virchow (1821-1902), además de su destacada carrera política, promovió una legislación que tuvo un gran impacto en la mejora de la salud pública. Manejaba un enfoque celular y antropológico de la medicina y por ello convenció a los médicos de considerar la enfermedad a nivel celular, llevando a importantes avances en la comprensión de la misma y a apreciar la naturaleza de diferente manera (32).

**Figura 10:
Rudolf Virchow**



Fuente: (31)

Roberto Remak (1815–1865), el primer judío no bautizado en enseñar en la Facultad de Medicina. Demostró ser un demócrata radical. Enfatizó la importancia del análisis microscópico mencionando que permitía una forma de encontrar diferencias importantes, en el sistema nervioso que difieren tan completamente entre sí en su función pero que no se evidencian a simple vista. Descubrió que los cuerpos de las células nerviosas y las fibras nerviosas están conectados (32).

**Figura 11:
Roberto Remak**



Fuente: (31)

**Figura 12:
Theodor Schwann**



Theodor Schwann (1810–1882), un fiel devoto del Catolicismo, demostró que todos los animales están compuestos por células, y realizó estudios de raíces nerviosas espinales; cesó gradualmente su investigación después de experimentar una crisis religiosa (32).

Fuente: (31)

Schwann afirmó que su pensamiento científico y el de Müller había siempre ido en diferentes direcciones, pero lo atraía su fisiología experimental, por lo que hizo sacrificios considerables para trabajar junto a él (32).

Debido a esto, la anatomía incluye estructuras corporales que llevan sus nombres. Por ejemplo, los túbulos renales del riñón son atravesados por el asa de Henle, en el sistema nervioso periférico, las células de Schwann aíslan los axones con capas de membrana grasa, en los nervios simpáticos, entre otros ejemplos.

Entre otros destacados discípulos de Müller se encuentran Bois-Reymond, Ernst Brücke, Hermann von Helmholtz (1821–1894), Karl Ludwig y otros, quienes formaron un movimiento ampliamente reconocido conocido como la escuela Helmholtziana. A este selecto grupo de investigadores se les conocía como físicos orgánicos. Esta escuela se basó en la oposición a los conceptos místicos del vitalismo y a la interpretación teológica de la evolución biológica, sosteniendo que las únicas fuerzas activas presentes en el organismo eran las físicas y químicas. Como resultado, se alejaron de la teoría vitalista defendida por su maestro (25).

Emil du Bois-Reymond (1818-1896); mencionaba frecuentemente que la ciencia significaba acción, por lo que se esmeró en trabajar con adaptaciones innovadoras de la tecnología que permitieran investigar fenómenos fisiológicos. (32) Hizo colaboraciones con fabricantes de instrumentos para crear galvanómetros de alta sensibilidad que podían detectar la actividad eléctrica de los nervios y los músculos. Posteriormente, reemplazo a Müller en su cátedra y fue pionero en el campo de la electrofisiología moderna. (25).

Figura 13: Bois-Reymond



Fuente: (31)

Ernest Wilhelm Brücke (1819–1892) dedicó 40 años a su labor como profesor de fisiología, centrándose en el estudio de la fisiología animal y vegetal, y realizando importantes contribuciones al avance del conocimiento en el campo de la digestión. Por su parte, Hermann von Helmholtz (1821-1894) se destacó por medir la velocidad de los impulsos nerviosos y por inventar el oftalmoscopio. Sus investigaciones tuvieron un impacto significativo en la fisiología de la visión y la audición, y propuso el modelo actualmente aceptado de la visión del color.

**Figura 14:
Helmholtz**



Fuente: (31)

Hermann von Helmholtz (1821-1894) midió la velocidad de los impulsos nerviosos y propuso el actual modelo aceptado de la visión del color. (32) Se formó en medicina, pero era un físico de corazón, hizo incursiones en las matemáticas. Con sus conocimientos logró la invención del oftalmoscopio, transformando el mundo y facilitando la labor a los oftalmólogos; ayudó ampliamente en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades oculares. (32)

**Figura 15: Karl
Ludwig**



Fuente: (31)

Karl Ludwig (1816-1895) realizó importantes descubrimientos en diversas áreas de la fisiología, como la circulación sanguínea y la secreción urinaria. Prácticamente, fue quien impulsó una fisiología con base científica cuando estaba instaurada la filosofía natural y el vitalismo. Tenía un enfoque basado en las leyes físico-químicas, sostenía que eran las únicas fuerzas activas en los procesos fisiológicos.

Además, fue el inventor del kimógrafo. Durante 30 años, ejerció como profesor de fisiología y atrajo a discípulos de diferentes partes del mundo, entre ellos se mencionan a Ivan Sechenov e Ivan Petrovich Pavlov (25).

Ivan Petrovich Pavlov nació en 1849 en la Rusia rural, en un período caracterizado por cambios políticos significativos y agitación social, incluyendo manifestaciones comunistas y revoluciones. Durante los primeros años de Pavlov, se produjeron avances científicos desafiantes: en 1856, Pasteur anunció el descubrimiento de microorganismos fermentadores, lo cual revolucionó el campo de la patología y el estudio de las enfermedades. Además, Henry Gray publicó su influyente obra de texto denominada "Anatomía Descriptiva y Quirúrgica", que tuvo un gran impacto en la enseñanza de la medicina. Una década después del nacimiento de Pavlov, otro evento destacado captó la atención del público; fue cuando Charles Darwin publicó su obra "El Origen de las Especies" (33).

Aunque estos avances sorprendentes tuvieron poco impacto de manera inmediata en el joven Pavlov, quien ingresó a un seminario ruso con la intención de convertirse en sacerdote al igual que su padre, hubo inevitablemente, un creciente interés en relación a las nuevas y emocionantes ideas científicas que surgían en Europa.

Pavlov desarrolló un gran interés por el sistema digestivo después de ver un diagrama del tracto gastrointestinal en un libro, que estaba basado en la obra de Claude Bernard. Esta imagen le intrigó mucho durante su juventud y despertó su curiosidad por el tema. Motivado por su interés en el sistema gastrointestinal, decidió abandonar el seminario y comenzó a cultivar ese interés. A principios de la década de 1880, viajó a Alemania, donde tuvo la oportunidad de estudiar con dos destacados fisiólogos de la época: Karl Ludwig, quien le enseñó la importancia de la observación precisa y meticulosa, y Rudolf Heidenhain, de quien adquirió conocimientos sobre las últimas técnicas quirúrgicas y experimentales en fisiología gástrica.

Figura 16: Ivan Pavlov



Fuente: (33)

En las décadas de 1870 y 1880, se vivió un período dinámico para el establecimiento de la fisiología, ya que en ese momento ya existían laboratorios de fisiólogos alemanes que atraían a estudiantes de diversas partes del mundo. En varios países, se llevó a cabo una campaña en las facultades de medicina para obtener recursos financieros con el fin de crear puestos profesionales para fisiólogos, construir laboratorios y departamentos adecuadamente equipados, y desarrollar la infraestructura de sociedades científicas (34).

Pavlov compartía este objetivo y regresó a la academia militar médica de San Petersburgo con la intención de establecer su propia escuela de fisiología experimental. Allí, se dedicó enérgicamente a investigar la circulación y a iniciar estudios experimentales sobre el sistema digestivo.

Pavlov mostró una firme defensa de las instalaciones para la investigación fisiológica moderna, que incluía la provisión de alojamiento para un gran número de animales de experimentación y la creación de una sala para cirugía aséptica. Con gran determinación, Pavlov persiguió sus propios planes de investigación para llevar a cabo un programa

extenso de investigación fisiológica, utilizando perros sometidos a manipulaciones quirúrgicas. Sus experimentos sobre fístulas gástricas y estimulación de la secreción gástrica permitieron la recolección de ácido gástrico, que posteriormente se comercializó como terapia para tratar la mala digestión y la dispepsia. En 1904 Pavlov recibió el Premio Nobel (34).

El impacto de Pavlov a nivel mundial estaba a punto de experimentar un cambio debido a la situación turbulenta que atravesaba Rusia. Durante la Primera Guerra Mundial, las reuniones científicas se volvieron casi imposibles. Pavlov, junto con otros colegas, hizo un llamado al Ministro del Interior para establecer la Sociedad Fisiológica Rusa. En su discurso, resaltó la importancia de unir a los fisiólogos de toda Rusia para promover la investigación médica al más alto nivel posible.

Para ese entonces, la función de la fisiología en la educación médica alemana era brindar a los médicos un marco adecuado para interpretar los fenómenos de la vida de acuerdo con las concepciones filosóficas contemporáneas. Debido a su papel educativo, los profesores y académicos se centraban más en presentar de manera sistemática los procesos de la vida que ya se conocían, en lugar de buscar expandir su conocimiento a través de experimentación u otras formas innovadoras de investigación (24).

3. Nociones de la Fisiología del siglo XX en adelante

En líneas previas se describieron las relaciones de poder de varios fisiólogos destacados en diferentes períodos. A medida que el tiempo avanzaba, con las contribuciones de estos intelectuales también lo hacía la investigación, y por ende, el enfoque de la fisiología también experimentaba cambios. Sin embargo, a pesar de las transiciones, con la llegada de una nueva era, aun se percibían influencias de esas concepciones tradicionales que tenía la fisiología, por eso, es importante destacar una vez más, que la fisiología tiene una historia enraizada profunda y significativa que proporciona información valiosa sobre el estado vigente de esta disciplina y que siguen encajando con nuevas versiones. En esta sección, se explorará cómo la fisiología se erige como una de las disciplinas fundamentales en las que se han construido históricamente todas las ciencias biológicas y médicas. (2)

Precisamente, algunos textos señalan que la fisiología ha experimentado una especie de "desintegración" debido a la aparición de diversas disciplinas derivadas, como las neurociencias, la inmunología y la endocrinología, entre otras (2). Desde esta perspectiva, se destaca que la fisiología es considerada una de las ciencias clásicas que si bien, ha experimentado un continuo desarrollo y han surgido nuevas ramas de estudio, sigue siendo un elemento fundamental que subyace en los campos más dinámicos de las ciencias biológicas actuales reinventándose constantemente, desempeñando un papel clave en el avance de otras disciplinas (34).

Durante el siglo XX se produjo un ritmo creciente de descubrimientos científicos importantes en el campo fisiológico, y sobre todo en la primera mitad del siglo, se experimentó un incremento considerable en cuanto al conocimiento de la fisiología de sistemas; base de la medicina clínica. Además, este período marcó un nuevo desarrollo de la fisiología, pues favorecido por la disponibilidad de nuevas herramientas metodológicas se llevó a cabo la exploración de la función de la célula y sus estructuras subcelulares, es por esto, que a medida que se obtuvieron avances tecnológicos, las técnicas de observación y estudio se perfeccionaron, lo que consiguió nuevos y grandes hallazgos que permitieron el surgimiento de disciplinas como la Genética, Biología

Molecular y Bioquímica. Estas disciplinas, por supuesto, se fortalecieron a través de la interacción con la Fisiología (21).

Seguido a esto, los avances en el campo de la secuenciación genética impulsaron el desarrollo de las disciplinas ómicas, las cuales han proporcionado una nueva perspectiva para estudiar y comprender detalle a detalle la función molecular y por ende biológica, (35) abarcando aspectos bioquímicos y fisiológicos en su nivel más profundo (35). Este hecho de ampliar el camino a otras ramas de naturaleza analítica, descriptiva y con carácter minucioso ya se había permitido en los siglos XVI y XVII, con el advenimiento de la microscopía óptica, al igual que los análisis transcriptómicos, la fisiología de la membrana y la fisiología molecular instauradas en ese siglo en mención, transformaron el mundo de la investigación al permitir explorar y adentrarse a niveles subcelulares y especializados (36).

A continuación, se describen escenarios y perspectivas específicas establecidas en este siglo con relación a la fisiología, su postura con relación a la educación, y se citan algunos de los principales exponentes de la fisiología, así como algunos de los premios nobel otorgados.

3.1. Visión de la fisiología

La fisiología es una ciencia que abarca la integridad del organismo, (2) y como se ha mencionado, ha experimentado un desarrollo continuo, incorporando nuevos métodos y enfoques a lo largo del tiempo, llegando a caracterizarse hoy por hoy principalmente por su enfoque funcional e integrador al reunir el conocimiento sobre las diferentes partes del cuerpo (35), conectando todas las partes pertenecientes al organismo vivo y todos los procesos elementales que ocurren dentro de él (2). De igual forma, abarca el estudio de los fenómenos biológicos en todos los niveles de organización, lo que implica que los procesos fisiológicos pueden ocurrir en diferentes niveles del organismo, como lo demuestran subcampos de la citada fisiología molecular y la fisiología celular (35), encargadas del estudio de la comunicación en relación a la información genética y la interacción celular.

A propósito de la mirada integradora que propicia la fisiología, en varios textos se encamina a ser considerada como integradora de dos maneras: verticalmente y horizontalmente. Este tipo de orientaciones, supone que actúa "verticalmente" porque recluta la información sobre un sistema específico del ser vivo en sus diferentes niveles, comprendiéndolo desde los elementos moleculares, genéticos, combinando información de las proteínas, luego de las células y tejidos, es decir, como si se tratase de un estudio con jerarquía fusionable. No obstante, la fisiología también se muestra como "integradora horizontalmente", ya que de manera amplia, compara y combina el conocimiento acumulado de diferentes elementos del cuerpo que se encuentran en un mismo nivel, es decir, estos diferentes subsistemas del cuerpo interactúan y se regulan unos a otros, tejiendo información específica y permitiendo la comprensión de los diferentes órganos ubicados en el mismo nivel manteniendo su funcionamiento y/o su regulación (2).

De manera comparativa, en el siglo XVIII, los organismos vivos se definían como mecanismos integrados, pero se creía que operaban de manera independiente, lo que se conocía como "economía viva"(35). En 1775 el concepto de la función orgánica de Bordeu, definía las diversas partes del cuerpo como entidades más o menos independientes. Escribió que el cuerpo era una colección de varios órganos que viven a su manera, moviéndose, actuando y descansando en tiempos determinados. Pero ya para este nuevo periodo, la fisiología adopta una perspectiva holística al estudiar los fenómenos biológicos, considerando al organismo en su conjunto, es decir, comprende al organismo como una entidad completa, como un todo, explorando el papel de los "sistemas unificadores", en particular el sistema nervioso y el sistema inmunológico, los cuales se abordaran más adelante en este escrito. Con todo lo anterior, se concibió que el análisis de las funciones determina la necesidad de identificar las características en todos los niveles de la organización de los sistemas fisiológicos (35).

3.2. Ámbito educativo en distintos puntos geográficos

Para esta época, en el medio educativo, el papel de la fisiología era aportar a los médicos herramientas propicias para comprender los fenómenos de la vida según las concepciones

filosóficas contemporáneas. Dado su propósito formativo, los profesores de fisiología que hacían parte de la academia, se centraban en presentar de manera sistemática los procesos de la vida que ya eran conocidos, en lugar de ampliar el conocimiento, o instaurar nuevas formas de investigación a través de experimentación u otros enfoques innovadores (24).

Entre la producción de literatura, en el siglo XX se destaca la publicación de tratados fisiológicos científicos dedicados a un término extendido de fisiología aplicada. El surgimiento de esta fisiología realmente había ocurrido durante el siglo XVIII, debido a las preocupaciones y críticas de los médicos por el contenido que debía incluirse en esta cátedra hacia los estudiantes. La fisiología aplicada variaba su enfoque y contenido dependiendo de quienes la abordaban. Habían quienes sostenían que los individuos sanos y activos, estaban expuestos continuamente a entornos de estrés en el trabajo, en el medio ambiente, con la dieta, las drogas y los agentes tóxicos; de manera que había que publicar información, dirigida y especificada al respecto, por lo cual, era pertinente proponer contenido disponible en relación a los efectos de estos sobre las funciones corporales, y se permitiera encontrar formas de mejorar el rendimiento y prevenir el deterioro funcional bajo algún tipo de estrés (1).

En 1926, el médico, fisiólogo destacado profesor Samson Wright (1899-1956) de Londres publicó un libro científico con ese mismo tema en su título: Fisiología Aplicada. El material del texto estaba destinado tanto a los estudiantes de medicina como a profesionales médicos que laboraba departamentos de hospitales. Un objetivo particular del libro era brindar una consideración especial a las funciones fisiológicas que se veían comúnmente perjudicadas o interferidas a causa de una enfermedad; es decir, en su obra abordaba trastornos específicos que impedían el funcionamiento adecuado de varios de los sistemas, como el respiratorio, circulatorio, nervioso, etc., y sembró en los estudiantes de medicina una noción preclínica, además de promover la correlación de esta con la fisiología y la sintomatología encontrada. Además agregó que se debía discutir “la fisiología de la enfermedad” (1). Como muchos lo catalogaron, este libro se convirtió en la biblia fisiológica para los estudiantes de ahí en adelante.

Años después, los médicos Charles Herbert Best (1899 –1978), y Norman Burke Taylor (1885–1972), publicaron el libro: “La base fisiológica de la práctica médica”, un libro de

texto en donde resaltaron la importancia de asociar los hallazgos de la clínica, con los resultados obtenidos en los laboratorios de investigación, para comprender cómo la enfermedad alteraba la función e incorporaron de manera inicial exposiciones morfológicas y posteriormente descripciones de la fisiología del órgano; logrando evidenciar resultados positivos, con esta orientación para comprender la función de un órgano (1). Ambos grupos de autores hicieron referencia a la relación entre la fisiología y la fisiología aplicada.

Autores como Robert E. Johnson y sus colaboradores de igual manera, creían que las tensiones asociadas con el trabajo, el entorno, las drogas, etc, era lo que debía asociarse con este término, mientras que E. Adolph, HK Lee, y E. Simonson sostenían que lo eran las adaptaciones humanas; siendo pues, estas, las que bajo estrés describirían mejor la esencia de la fisiología aplicada. Prevalció la decisión del Consejo y del Comité de Publicaciones de la Sociedad Americana de Fisiología, y estableció que el término "aplicado" debería referirse principal y ampliamente al abordaje de la fisiología específicamente humana. Después terminaron definiendo la fisiología aplicada como aquel conocimiento sólido del funcionamiento normal del cuerpo humano (1).

La intención de introducir la palabra aplicada en aquel entonces, era distinta para quienes se sumaban a este terreno. La finalidad de cada uno, era direccionar la fisiología a un ámbito humano y puntualizado, distinto al que se estaba abordando en el momento; para no seguir explicándolo desde un tema general. Era básicamente que cada autor que hacía referencia a este término, intentaba formar según su sensatez subjetiva un contexto que indicara o que proponer, con la finalidad de enfocar un subcampo de la fisiología, y a su vez, permitir al individuo, obtener información específica, que fuera posible aplicar en una condición determinada, con el fin de mejorar y preservar su salud. Así por ejemplo, habían autores que correlacionaban el término aplicado a la salud familiar, al metabolismo; también estaban quienes lo enlazaban completamente a la higiene y sus efectos sobre las funciones corporales; otros lo relacionaban los efectos del alcohol, de manera que proporcionaban contenido referente a ello (1).

Algunos sostuvieron que en épocas pasadas, lo que procuraron hacer fue enfocar el estudio de las enfermedades desde la perspectiva de la anatomía, y acuñando este término de fisiología aplicada, demostraban que el enfoque debía cambiar a la perspectiva plenamente fisiológica.

Es por esto que, para la década de 1950, la mayoría de los docentes que impartían cursos de fisiología y biología eran médicos y se basaban en esta fisiología aplicada o humana, pero se encontraba la novedad, que aún en la formación de instituciones o escuelas no médicas, por ejemplo las agrícolas y forestales, este tipo de enseñanza era muy limitada (36) por eso, desde la primera mitad del siglo XIX varios autores consiguieron desarrollar un enfoque comparado de la fisiología y algunos realizaron experimentos en distintas especies de invertebrados (37).

En China, el profesor Zhao Yi-bing (1909–1987) comenzó a explorar el camino de la fisiología comparativa. Esta incluyó todo lo relacionado con el campo de la fisiología animal, desde los niveles moleculares, las diferencias estructurales y funcionales, la adaptación a las condiciones ambientales hasta el comportamiento general. Esta hacía referencia a la utilización de un método comparativo con la fisiología tradicional de los mamíferos, y entendía que era necesario y favorable esta investigación aprovechando que China contaba con una gran variedad de ambientes ecológicos, con condiciones favorables para desarrollar investigaciones en el campo, incluyendo ampliamente diversidad de material de estudio para investigar (37).

El desarrollo de la fisiología comparativa en China ayudó a consolidar la investigación científica y la enseñanza de la fisiología en dicho país extendiendo influencia en otras partes del mundo, introduciendo una variedad de nuevos métodos de investigación (37).

En la historia de Polonia, dentro de los estudios de medicina disponibles en las cinco universidades estatales existentes, una de las cátedras existentes era la de fisiología. Esta se encontraba a cargo del investigador Napoleón Cybulski (1854 – 1919), quien obtuvo reconocimiento a nivel mundial, por sus investigaciones que fueron pioneras no solo en Polonia sino también a escala internacional (38).

Cybulski nació en Lituania, fue un pionero de la electroencefalografía y la endocrinología y el primero en interesarse por la electrocardiografía. Logró resultados significativos en el campo de la neurofisiología y la fisiología digestiva. Sus hallazgos contribuyeron al descubrimiento de la adrenalina. Este departamento tenía laboratorios químicos y eléctricos, investigación óptica y salas para experimentos de vivisección.

Durante el estallido de la Segunda Guerra Mundial, en noviembre de 1939, muchas Universidades dejaron de existir y varios profesores fueron detenidos y enviados al campo de concentración (39). Posteriormente cuando cesó la guerra muchos se involucraron en la enseñanza universitaria secreta.

Un gran avance se produjo en 1900, las autoridades en Viena permitieron que las mujeres estudiaran en la Facultad de Medicina. Se trae a mención a Wanda Hercok quien además fue una de las primeras mujeres en graduarse con título universitario, incluso culminó su doctorado en 1908, y fue ascendida para trabajar en el Departamento de fisiología. El número de profesoras académicas era muy pequeño, principalmente porque aún no había igualdad en la educación, siendo era poco común que una mujer se convirtiera en estudiante universitaria (39).

Por el lado de Madrid, en la época de 1915, el catedrático de Fisiología José Gómez Ocaña, fomentó de manera generosa el trabajo experimental, tanto a nivel docente como investigativo; un suceso inusual, pues el conocimiento impartido era de manera acostumbrada, común y exclusivamente teórico. Logró desarrollar publicaciones con relación al trabajo experimental de la Fisiología humana. Probablemente, fue el primer fisiólogo español con proyección internacional (38).

Gómez Ocaña era un fisiólogo absolutamente creativo; era escultor, dibujante, mecánico e inventor, y tuvo una importante labor docente inculcando por medio de su pensamiento, un espíritu investigativo esmerado en la experimentación. Se interesó en fabricar herramientas que condujeran a la obtención de mayor saber, y siempre enseñaba sus métodos y prácticas experimentales. Su perseverante labor experimental, logró que esta misma, fuera adoptada como la base fisiológica en España. Sus contribuciones marcaron una era evolutiva tanto en su tierra natal, como fuera de ella, cruzó fronteras al demostrar los logros con sus exploraciones.

De este investigador, se destaca entre sus trabajos el diseño de un cardiógrafo; un dispositivo para registrar los latidos del corazón. Fue un investigador esforzado y atraído por utilizar herramientas que permitieran registrar movimientos orgánicos que le parecieran interesantes. Gracias a esto, además de hacer que el corazón escribiera sus

latidos, logró plasmar en gráficas las pulsaciones de las arterias, hasta el galope de un caballo (38).

3.3. Algunos contribuyentes destacados y Premios Nobel de fisiología y medicina

En las siguientes líneas se describirá información relacionada con los prestigiosos galardones mundiales denominados premios Nobel, concedidos a personajes con importantes logros intelectuales. Cada año se otorgan los premios de un fondo legado en el testamento del célebre científico sueco Alfred Bernhard Nobel (1833-1896), consistentes en distinciones que incluyen un diploma, una medalla de oro y la entrega de una cantidad considerable de dinero, contemplando ser un interesante y extraordinario estímulo en el campo investigativo (39).

De manera puntual, el premio Nobel de Fisiología o Medicina se considera el reconocimiento científico más significativo en el área de las ciencias de la salud y la investigación biomédica (40). Muchos distinguidos científicos lo han recibido por sus descubrimientos, demostraciones y aportaciones de suma importancia en este campo.

Desde 1901 se hace entrega del Nobel y en los primeros cuarenta años, la gran mayoría de los científicos galardonados pertenecían a Europa. Otro hallazgo es que los investigadores trabajaban principalmente de forma individual en sus propios laboratorios (40).

En este año, (1901) Emil von Behring (1854– 1917) recibió el primer Premio Nobel de Fisiología o Medicina, por descubrir un suero para la lucha contra la difteria, constituyó el primer paso hacia la serología o la inmunología (40).

Niels Ryberg Finsen en 1903 recibió el Premio Nobel en reconocimiento a su contribución al tratamiento de enfermedades como el lupus vulgaris con radiación de luz concentrada. La intención de utilizar los efectos curativos de la luz.

En 1904 Ivan P. Pavlov recibió reconocimiento por sus aportes en la fisiología de la digestión. Sus relevantes aportes estaban basados en demostrar la influencia del sistema nervioso sobre la función cardíaca, la regulación de la presión arterial y la función digestiva, entre otras (2). Además, como líder de un prestigioso laboratorio, estableció una escuela y formó fisiólogos y psicólogos que, en las generaciones posteriores, continuaron desarrollando sus ideas sobre la fisiología integradora y el comportamiento. Como resultado, la influencia directa e indirecta de Pavlov en la investigación fisiológica y psicológica en la Unión Soviética se mantuvo durante décadas (34).

La primera Guerra Mundial detuvo muchos proyectos, sobre todo en Europa. Por tal motivo, no hubo adquisición de premios Nobel entre los años 1915 y 1918 (38).

En 1920 August Krogh, recibió el premio Nobel de Fisiología o Medicina, describiendo cómo se ajusta el flujo sanguíneo a las necesidades metabólicas de los tejidos mediante la apertura y cierre de las arteriolas y los esfínteres precapilares, es decir, esbozando información sobre el mecanismo regulador de la circulación capilar en el músculo esquelético (38).

En 1923 el premio fue para Frederick Grant Banting y John James Rickard Macleod (41) por el descubrimiento de la insulina y su papel en la regulación de la glicemia, (38) esto arrojó descubrimientos para el tratamiento de la Diabetes, minimizando el impacto y las consecuencias de esta enfermedad.

Cuando Cajal demostró que el sistema nervioso estaba constituido por una red, se generó la duda que como se propagaba la información por ella. En 1932 recibieron el premio Nobel Sir Charles Scott Sherrington y Edgar Douglas Adrian por sus descubrimientos en relación al funcionamiento del sistema nervioso y/o de las neuronas.

En 1936 Henry Hallett Dale y Otto Loewi, lograron quedarse con el premio tras el descubrimiento de varios neurotransmisores, enunciando información valiosa acerca de la transmisión química de los impulsos nerviosos en la sinapsis.

Corneille Jean François Heymans mereció el premio en el año de 1938 por exponer sus hallazgos sobre los quimiorreceptores de los cuerpos carotídeos y aórticos, junto con el papel que juegan en los reflejos que regulan la respiración.

Una vez mas, se detuvieron las actividades investigativas, al producirse la segunda Guerra Mundial que tuvo inicios en el año 1939. Posterior a la guerra, los investigadores trabajaron cada vez más en conjunto, de acuerdo a sus intereses, hubo mayor comunicación entre los científicos (40).

En 1944 se otorgó el premio Nobel a Joseph Erlanger y Herbert Spencer Gasser por sus descubrimientos relativos a las funciones altamente diferenciadas de las fibras nerviosas individuales.

Los trabajos desarrollados por Sir John Carew Eccles, Alan Lloyd Hodgkin y Andrew Fielding Huxley con referencia al sistema nervioso, consiguieron descubrir los mecanismos iónicos implicados en el potencial de membrana y de acción neuronal, así como también en la excitación y la inhibición en las partes central y periféricas de dicho componente. Ganaron el premio Nobel en 1963.

Sir Bernard Katz, Ulf von Euler y Julius Axelrod fueron merecedores del premio Nobel en 1970 con descubrimientos sobre los neurotransmisores en las terminaciones nerviosas y presentar los mecanismos para su almacenamiento, su liberación y su inactivación.

El descubrimiento de las señales intracelulares, al igual que los mecanismos de la acción de las hormonas, estuvo a cargo principalmente de Earl W. Sutherland, al que se le concedió el premio Nobel en 1971. Además de la revelación del AMPc, el cual fue el primer mensajero intracelular en ser descubierto como intermediario entre la unión de un neurotransmisor a su receptor de membrana.

En 1974 el premio fue otorgado a Albert Claude, Christian de Duve y George E. Palade por sus enunciados sobre la organización estructural y funcional de la célula (42).

En 1977, Roger Guillemin, Andrew V. Schally fueron los galardonados con el premio compartido; obtuvieron una parte del premio por sus descubrimientos sobre la producción

de hormonas peptídicas en el cerebro, la otra parte se entregó a Rosalyn Yalow por el desarrollo de un método de análisis denominado radioinmunoensayo para determinar estas hormonas.

En 1981, el premio tuvo como protagonista el sistema nervioso, varios investigadores arrojaron información valiosa en este campo. Una parte estuvo dada por Roger W. Sperry con sus descubrimientos en relación con la especialización funcional de los hemisferios cerebrales, y por otra, gracias a las aportaciones de David H. Hubel y Torsten N. Wiesel por sus descubrimientos sobre el procesamiento de información en el sistema visual, también por sus trabajos sobre la quimiorrecepción olfativa.

En 1982 el reconocimiento fue por el trabajo de Sune K. Bergström, Bengt Samuelsson y John R. Vane. Recibieron el premio por sus descubrimientos en relación a las prostaglandinas.

Se pudo comprobar que el mantenimiento del estado de diferenciación en los distintos tejidos, e incluso durante el desarrollo embrionario depende de una serie de factores de crecimiento descubiertos por Stanley Cohen y Rita Levi-Montalcini. Con esto, el premio Nobel en el año 1986 fue otorgado a estos investigadores.

En 1991 Erwin Neher y Bert Sakmann recibieron el premio por sus descubrimientos acerca de la función de los canales iónicos individuales. Incluyeron fórmulas y/o ecuaciones en sus trabajos las cuales han permitido el desarrollo de programas de simulación.

Para el año de 1994, Alfred G. Gilman y Martin Rodbell recibieron también el premio Nobel por su descubrimiento de las proteínas G y su participación en la transducción de señales.

Los grupos de investigación de Robert Furchgott, Louis Ignarro y Ferid Murad merecieron el premio Nobel en 1998 por sus descubrimientos sobre el óxido nítrico describiéndola como una molécula de señalización en el sistema cardiovascular, demostrando que cumple una función vasodilatadora por medio del mecanismo de acción de la nitroglicerina (38).

En 1999 fue otorgado a Günter Blobel, quien lo recibió por el descubrimiento de las señales intrínsecas que tienen las proteínas para dirigir su transporte interno en la célula (41).

En 2004 el premio fue otorgado conjuntamente a Richard Axel y Linda Buck por sus descubrimientos sobre los receptores y la organización del sistema olfativo.

John O'Keefe, May-Britt Moser y Edvard I. Moser descubrieron la existencia en el cerebro de un sistema de posicionamiento, un "GPS interno", que permite orientarnos en el espacio, ello está relacionado con la función cognitiva, por tal, recibieron el premio en 2014.

Fueron muchos más los benefactores que a lo largo del siglo XX y XIX han sido merecedores de este magnífico premio, como reconocimiento a su esfuerzo en el descubrimiento de los secretos de la naturaleza para proteger la salud y prolongar la vida.

En los últimos años, la investigación se ha inclinado por estudios de los niveles subcelulares y moleculares, es decir, las áreas de investigación de los científicos, se dirigieron hacia la biología molecular, farmacología e inmunología, genética, a las enfermedades cardiovasculares y las neoplasias (40), como si tendiesen a dirigirse hacia una mirada radicalmente reduccionista, ya que por tradición científica se fue creando la convicción, que la mejor forma de entender un fenómeno es dividiéndolo por partes. Sin embargo hay autores que sostienen firmemente que enfocarse exclusivamente en esta dirección, dentro de la fisiología, sería trasladarse de manera implícita a otras áreas afines que claramente están relacionadas con ella. Así por ejemplo, de los descubrimientos mencionados en líneas anteriores como el de Emil Von Behring, quien se dispuso a realizar una investigación bacteriológica, aplicando pequeñas dosis del patógeno del ántrax a los animales (41), logrando un importante descubrimiento contra la difteria lo condujeron a ampliar el campo de la inmunología, y por supuesto siendo merecedor del reconocimiento con su considerable beneficio para la humanidad.

En contraste, Niels Finsen realizó sus estudios con radiación, interesándose en los efectos biológicos de la luz en los organismos, plantas y animales; y observar su crecimiento, haciendo alusión a un enfoque sistémico, estudiando un comportamiento en sí, describiendo el efecto bactericida del sol y la luz eléctrica, demostrando que la luz artificial tenía un efecto terapéutico y curativo sobre las lesiones cutáneas producidas por algunas infecciones (42).

Revisando más descubrimientos y la forma de estudio de varios de estos científicos premiados, se puede apreciar que, para algunos resultó más fructífero aplicar en su estudio un enfoque reduccionista, pues al hacer posible su investigación con elementos aislables, se produjeron conclusiones exitosas en sus observaciones, pero por otra parte, también estaban los que se basaron en incorporar una perspectiva más ampliada y general, realizando ensayos, observaciones y/o estudios, que permitieran dimensionar un fenómeno de manera integrada, reconociendo importancia entre sus componentes, y es esto a lo que invita la fisiología hoy día; a reconocer la existencia de interconexiones y niveles jerárquicos de funcionalidad.

Henry Hallett y Loewi realizaron sus estudios de transmisión química en la sinápsis, utilizando reacciones de carácter eléctrico y químico en la membrana celular, logrando encontrar el comportamiento de los impulsos nerviosos y descubriendo varios neurotransmisores.

Se reconoce que el trabajo de Ivan Pavlov tenía una mirada más bien sistémica, puesto que logró demostrar una interrelación entre los sistemas digestivo, nervioso y además del cardiovascular. Descubrió una regulación neurológica automática de las funciones exocrinas del estómago y el páncreas (42).

Por esta línea también se fueron Karl Von, Konrad Lorenz and Nikolaas Tinbergen (premio Nobel en 1973), con sus descubrimientos acerca de la organización y la obtención de patrones de comportamiento individual y social (38).

Otros que se orientaron al estudio de sistemas fueron Richard Axel y Linda Buck en 2004 por sus descubrimientos sobre los receptores y la organización quimiorreceptiva del sistema olfativo (38).

John O'Keefe, May-Britt Moser y Edvard I. Moser, premio de 2014, descubrieron la existencia en el cerebro de un sistema de posicionamiento, o GPS interno, que permite la orientación en el espacio y ser consciente el reconocimiento del lugar, demostrando la existencia de una base celular para una función cognitiva superior.

Otros científicos que utilizaron esta orientación sistémica fueron por un lado, Krogh, quien arrojó detalles claves sobre la circulación y las necesidades metabólicas esqueléticas; Heymans, quien estudió el papel que tiene los reflejos interviniendo con la respiración, mediante apertura y cierre de las arteriolas.

Diferencialmente, otros investigadores más, utilizaron la orientación reduccionista, como Albert Claude, Christian de Duve y George E. Palade, ganadores del premio en 1974, hicieron sus descubrimientos sobre la organización estructural y funcional de la célula. Watson y Crick revelaron la estructura de ADN. Frederick Grant Banting y Charles Best contribuyeron con el descubrimiento de la Insulina, estableciendo un punto de partida, para el surgimiento de la endocrinología como una disciplina diferenciada.

Otro hecho relacionado con este enfoque, estuvo a cargo de Earl Sutherland en 1971, por el descubrimiento de señales y mediadores intracelulares o intermediarios entre la unión de una hormona o un neurotransmisor a su receptor de membrana y explicar la respuesta celular respectiva.

En 1977 Roger Guillemin y Andrew Schally, lo hicieron con sus descubrimientos en relación con la producción de hormonas peptídicas en el cerebro.

Esto son simplemente divisiones de orientaciones que han tenido un objeto de estudio completamente distintivo, pero con la finalidad de resolver cuestionamientos que enriquezcan la cultura científica; lo que conlleva a reflexionar que, si bien, el enfoque reduccionista, permite fragmentar o descomponer un fenómeno objeto de estudio, separandolo en unidades más simples, abriendo la posibilidad de conocer a detalle el funcionamiento de un ente en su nivel más profundo; el enfoque sistémico favorece una completa explicación de los fenómenos de la vida, reconociendo que hay niveles de complejidad en su organización.

La orientación analítica reduccionista predominó desde los años 80, pues los descubrimientos pasaron de las dimensiones macroscópicas y microscópicas a niveles subcelulares y moleculares con el advenimiento de los avances tecnológicos, por ello, las áreas de los científicos premiados comenzaron a incluir, biología molecular, regulación del ciclo celular, inmunología, genética y genómica convirtiéndose en una forma exitosa de

estudio dentro del quehacer científico. No obstante, depende de la estrategia de investigación utilizada por cada científico, la fisiología tiene una importancia social tan notable, que invita y promueve un encantador enfoque integrativo de manera que un ser viviente sea visto como un sistema, un conjunto, para comprender su lógica organizativa y funcional.

3.4. Paradigma en la nueva era

Como se ha descrito, la fisiología es la ciencia de la integridad del organismo o en su definición más precisa, la ciencia de las explicaciones funcionales de los fenómenos vivos. Para tener una visión multidimensional de la compleja red de interacciones que ha conllevado el estudio de la fisiología y sus ciencias a fines, se trae a mención un nuevo paradigma de la salud y según la evidencia científica es conocido ampliamente en el mundo académico como la psiconeuroinmunoendocrinología, el cual es inherentemente un enfoque multidisciplinario que documenta, desde una aproximación fisiológica, la comunicación bidireccional e integral de varios sistemas del organismo, permitiendo explicar la organización e interrelación que se produce en un sistema vivo y la importante interconexión entre las funciones de varios componentes, ejerciendo límites para la tolerancia al estrés (43).

Lo que ha sucedido con este tipo de enfoques, es que se modifica por supuesto, el modelo de estudio que proclama la separación de los sistemas para un abordaje más específico y directo. Ocurría una división de elementos, tejidos y órganos para guiar su investigación a un nivel preciso; sin embargo, este paradigma refleja la importancia de considerar el organismo como un engranaje de componentes vitales, con el objetivo de responder ante ciertos estímulos, buscando el mantenimiento de un equilibrio interno.

Durante muchos años se ha estudiado desde las perspectivas anatómica, funcional y/o fisiológica las interacciones entre los diversos sistemas psíquico, nervioso, inmune y endocrino, y se evidencia que regulan una variedad de procesos fisiológicos. Si no hay afectaciones entre sus interacciones se reducirán las probabilidades de adquisición a

ciertas enfermedades, pues en condiciones normales, estos sistemas se vinculan para establecer un equilibrio homeostático (44).

La homeostasis es un termino clave para la fisiología. Claude Bernard fue el primero en introducir el concepto de medio interno en 1865, señalándolo como la capacidad de los seres vivos para mantener constantes y estables las condiciones físico químicas del organismo, a pesar de las variaciones en los estímulos ambientales que tenderian a desestabilizarlo; posteriormente, basado en estos supuestos, el fisiologo Walter Cannon reveló sus investigaciones sobre relaciones entre las emociones, fisiología y salud lo que conllevó a entender que era necesario que existiera un equilibrio mental y físico en el organismo, logrando en 1929 crear el término homeostasis.

La homeostasis ha desempeñado el papel como fenómeno esencial constituyendose objeto principal de la fisiología (2). De manera consecuente, se han realizado avances conceptuales sobre las diversas formas y alcance de la homeostasis (2), con la idea de ampliar su alcance explicativo como instaurar el término de alostasis, definida como la capacidad de adaptación ante un factor estresante (45,46).

Contemplando el espacio de la psiconeuroinmunoendocrinología, esta fue descrita por primera vez en 1936, cuando se habló de una especie de condicionamiento de la inmunosupresion influido por el estado anímico y conductual del individuo, se encontró que, el vínculo funcional entre el sistema inmunitario y el sistema nervioso generaba citocinas que estimulan el SNC, y esto ejercia activación el eje hipotálamo pituitario suprarrenal, en el cual se desencadenada una supresión de la respuesta inmunitaria por medio de la secreción de glucocorticoides (45).

Se documenta que estos sistemas, nervioso e inmunológico están dotados de la capacidad de unificar el organismo en un todo cohesivo (2). En el sistema nervioso confluye una diversidad de información proveniente de todos los componentes del cuerpo; el cerebro percibe y determina lo que es o no amenazante; y determina las respuestas conductuales y fisiológicas del organismo como conjunto; controla una miríada de procesos biológicos, y el sistema inmunitario dispone de mecanismos de preparación y discriminación que permite admitir o descartar elementos internos o externos, contribuyendo así que el

organismo vivo pueda comunicarse a través de rutas múltiples y sea efectivo el mantenimiento del balance homeostático del organismo (45).

De acuerdo con lo anterior, hay especialistas que la definen como un campo científico interdisciplinario que estudia los mecanismos de interacción y comunicación entre los sistemas responsables del mantenimiento homeostático del organismo, los cuales son: nervioso, inmunológico y neuroendocrino. Teniendo en cuenta que hay una repercusión en los ritmos fisiológicos establecidos, la relación entre estos sistemas trasciende a rasgar procesos fisiológicos como el sueño.

Este abordaje está basado en el concepto de medicina holística, en el que se incluyen factores biológicos, psicológicos, sociales y ambientales. Su avance científico ha facilitado un nuevo entendimiento acerca de la importancia del ambiente social y estilos de vida como factores mediadores del impacto en la salud física y mental del individuo, demostrando que al modificar los pensamientos se puede modificar ciertas condiciones fisiológicas.

4. Análisis: El Entramado de la Fisiología

Resulta fundamental e interesante todo lo que ha representado la búsqueda de las explicaciones a las maravillas que ofrece la realidad de la existencia misma del ser. El espacio de la fisiología ha permitido estudiar y entretrejer conocimiento acerca de fenómenos tanto simples como significativos que trae consigo el organismo viviente. Es por ello que, a este terreno de la fisiología pertenecen quienes se interesan por adentrarse en la explicación de aspectos relacionados con el ser y de su función biológica, en donde muchos investigadores en este campo, han marcado fuertemente la historia, perpetuándose en la literatura como grandes ilustres por sus exploraciones, trascendiendo con hallazgos y/o enigmas resueltos sin precedentes, permitiendo darle un sentido claro a esta disciplina y por supuesto una identidad excepcional.

Por tal motivo, con el fin de develar información importante sobre la transformación del pensamiento fisiológico a través del tiempo, este escrito envuelve una exploración genealógica que permite encontrar nociones importantes acerca de la postura de varios fisiólogos en distintos momentos de la época, que transitan por varios caminos demostrando distintivas aproximaciones epistémicas.

Al escudriñar la literatura, los artículos de investigación, obras, libros de texto y otras publicaciones para el presente monográfico, se tuvieron en cuenta aquellos que hacían referencia a la forma de abordar la fisiología desde épocas pasadas hasta la actualidad. En ellos se evidencia tendencias que caracterizaron diferencialmente cada período, encontrando diferentes enfoques y relaciones de poder en diferentes ámbitos, predominios de discursos y disparidades, desde lo social, geográfico, económico, e incluso influencias familiares y socioeconómicas que llevaron en un periodo de tiempo determinado a estos personajes a demostrar que en muchos aspectos no había verdades absolutas, sino teorías que se podían estudiar para confirmar o refutar.

De alguna manera, esto conllevó a sobreponer grandes esfuerzos, para hacer posible encontrarle un sentido de las cosas, descifrar realidades y lograr unificar criterios con esta ciencia de la vida.

Al realizar un abordaje analítico y crítico a lo largo de la historia, es posible encontrar quiénes fueron algunas figuras que marcaron este trayecto, reflejar o presentar un poco cómo era su forma de investigar, intentar comprender sus pensamientos para reinterpretarlos y revisar cómo con sus contribuciones permitieron cambiar la historia del bioconocimiento.

La exploración inicia con publicaciones que ofrecen información acerca de la fisiología de antaño, la que permite rastrear los senderos que se han recorrido, revisando la relación entre los discursos filosóficos y fisiológicos de los antepasados. Con respecto a la labor investigativa, hubo cierta época, en la que el mundo científico en general, contemplaba estudios e intereses intensos con disposiciones movidas con avaricia, por encontrar los secretos que permitieran descubrir métodos para convertir metales comunes en oro; pero por otra parte, la ciencia de la medicina se había enfocado en estudiar cadáveres con importantes fines investigativos.

Las primeras aproximaciones con un razonamiento sofisticado en medicina fueron en el tiempo de Hipócrates, cuando algunos empezaron a desaprobado el papel de causalidad divina. Estaba estimado que para Aristóteles el corazón era el centro del mecanismo fisiológico, e introducido la lógica formal como medio para generar conocimiento científico. Basado en estas enseñanzas, Galeno empleó la lógica deductiva para llegar a muchas de sus conclusiones. Así, muchas figuras en siglos pasados fueron dando sus conceptos en relación a sus propias consideraciones en torno al organismo, dando pautas para gestar nuevas ideas, dejando un legado con la posibilidad de ser aceptado o desconocido.

A principios del siglo XVI, Jhon Fernel, se convierte en uno de los exponentes más destacados, por su oportunidad para la disección. Se encuentra que tenía un espíritu curioso e investigador; se interesó además, por temas de física, filosofía, matemáticas y reuniendo sus conocimientos, hizo valiosos aportes permitiendo a sus colegas contemporáneos forjarse una nuevo significado del organismo. (5) De hecho, la evidencia biográfica indica que Fernel trató de ganarse la vida como un practicante matemático, pero debido a su poca acogida y escasa atención, abandonó este trayecto teniendo predilección e inclinación por la medicina.

Al encontrar detalles de su historia, se conoce como un brillante investigador, esmerado en describir algunas patologías y con ello logró favorablemente, designar algunas funciones de un cuerpo humano que cuenta con un óptimo estado de salud. Su primera obra publicada se tituló "De naturali parte Medicinae", donde hacía referencia a la filosofía natural, y lo convirtió en un término que se relacionaba con el funcionamiento natural del cuerpo humano, más tarde se conoció simplemente como "fisiología" (1). Logró desde entonces, introducir este término indicando al estudio de la naturaleza en sí, y efectivamente, acudiendo a un origen etimológico, aluce a *phisios*, del griego naturaleza y *logos* que significa lógica (46).

Gracias a él, se comenzó a describir la historia de la medicina medieval de manera distinta, pues su legado significó alcanzar en ella un paso importante, representando una estrecha alianza entre la filosofía natural y la medicina, y a partir de entonces, la fisiología misma empezó a ser considerada distinta de la patología (2). Sus obras destacadas, y menciones reiteradas hacia él, se deben en gran parte a que gracias a sus contribuciones; la fisiología ha tenido recorrido un largo camino, por tanto, este personaje obtuvo un lugar destacado en los círculos intelectuales durante su existencia, convirtiéndose en uno de los pensadores médicos de mayor importancia histórica del siglo XVI.

Otras curiosidades se registran con un reconocido investigador en el campo fisiológico, el renombrado William Harvey; quien hizo grandes aportes, pero sin duda la más excelsa demostración fue el descubrimiento de los mecanismos de circulación sanguínea (47); aunque esta idea, ya había sido sugerida en anteriores siglos por personajes como Servet y Colombo.

Con respecto a ello, se encuentra cierta similitud con lo expuesto por Michael Servet (1511–1553), un filósofo y teólogo español; quien proponía el recorrido de la sangre entre el corazón y los pulmones, pero no hay evidencia alguna, que haya probado esto a través de experimentos. En cuanto a Realdo Colombo (1516-1559), quien se destacaba más por ser un anatomista, que fue criado bajo la tradición galénica, lo que hizo fue proporcionar una descripción precisamente anatómica del tránsito pulmonar de la sangre por ello, realmente se debe a Harvey la demostración de dicho fenómeno, comprobando sus experimentos en animales, exponiendo que la sangre es mantenida en especie de circuito incesante y de manera periódica (21).

Harvey con sus acciones, también rompió con la fisiología que estaba anclada a periodos anteriores, aunque fue un gran admirador de Aristóteles, apoyando sus ideas teleológicas (47), no adoptó la tradición de estudio medieval, sino que decidió estudiar directamente fenómenos reales. (21) Se percató que la observación si era fundamental para el método científico, pero debía ir de la mano de la formulación de una hipótesis, cuya validez requería experimentos repetitivos. Por tanto, también usó de Aristóteles las observaciones y la lógica deductiva para adquirir nuevos conocimientos (47).

En los preestudios establecidos hasta cierto momento de su época, las nociones comprendían basarse en una fisiología sustancial. Esto significa que antes de Harvey, la fisiología del cuerpo era esencialmente una cuestión de refinamiento de los alimentos ingeridos; se tenía la concepción de un sistema de transformación de los suministros alimenticios en sangre para luego internamente llevarse a cabo una impregnación de espíritus vitales con otros humores; no obstante, con sus contribuciones, desaprobó este juicio y con todos sus aportes, dio paso a una fisiología cuantitativa, promulgó que el cuerpo humano estaba circunscrito a leyes puramente matemáticas (48, 49).

Demostró mediante vivisecciones la contracción del corazón y sintetizó descubrimientos anteriores de varios investigadores, apoyando la separación entre la forma y la función, y demostrando que la sangre circulaba, contrariando y aclarando que no se consumía, sino que se conservaba. Harvey hizo tanto por estudiar, que con algunas de sus obras causó una tormenta en Europa (49), y tuvo que enfrentar bastantes contrariedades. Su descripción de la circulación fue un acontecimiento importante, debido a que su teoría cambió el sistema intelectual y la cosmovisión de la fisiología.

Se aprecia que por su enfoque, la fisiología se convirtió en una ciencia consolidada, reformada a lo comúnmente aceptado, desencajándose de concepciones momentáneas y sin evidencias o pruebas sustentables.

De acuerdo a las influencias de intelectuales antepasados como Aristóteles, Galileo, Hipócrates, Descartes, salían vertientes que intentaban brindar explicaciones de la naturaleza viva, convirtiéndose en un conflicto de ideologías en la que se hacían conjeturas

basadas en sus creencias, movidos por la necesidad de instaurar una teoría explicativa a múltiples fenómenos existentes.

El tema real con estas ideologías de antaño, es que algunas de ellas, surgieron como si fueran derivado de la divinidad, solo porque era demasiado impreciso e imposible encontrar alguna otra causalidad y explicación acertada de las cosas. De hecho, Hipócrates sostenía, que los hombres creían que la epilepsia era divina, simplemente porque no lograban entenderla y mucho menos explicarla.

Pero todo tiene su causa; es de imaginar vivir, con cierto escepticismo cuando los sucesos no tienen una verdad sostenible. Si hubiesen aceptado que todo en absoluto, cuanto florece y tiene vida obedeciera a procesos celestiales, acogiendo en todo momento, estas espléndidas concepciones, generalmente aceptadas por los hombres, no existiesen hombres interesados por contrarrestar creencias sobrenaturales. Por esto, con el pasar del tiempo, y de acuerdo a la inclinación de los investigadores por unas visiones sobre otras, se fue abriendo camino a otras corrientes, en donde muchas veces el nacimiento de una, consecuentemente era el desmoronamiento de otra.

Conociendo las contrarias corrientes mencionadas en secciones anteriores, tanto la mecanicista como la animista, se evidencia una modificación radical de doctrinas, donde por un lado, mecánicos arraigados defendían el hecho de comparar el cuerpo humano con tal prospecto literalmente mecánico, como si el cuerpo produjera un comportamiento análogo a las máquinas, siendo una especie de órgano compuesto de partes interrelacionadas, cada una realizando sus propias funciones, combinándose de tal manera que cada una contribuye a la producción del comportamiento de un sistema. Una explicación mecanicista identifica la organización estas partes, mostrando que como resultado se produce un comportamiento. Notablemente para los mecanicistas las propiedades del todo podían deducirse de las características de cada una de las partes individuales de un sistema, lo que permitía arar un camino fértil a la hora de buscar explicaciones científicas y explicar fenómenos complejos.

Según esta orientación, los fenómenos que sucedían dentro del organismo eran regidos por leyes físicas y químicas, por tanto, el estudio por separado de las partes del organismo

sería una forma para estudiar a fondo cada uno de los enigmas de los procesos fisiológicos (48).

Consecuentemente, se produjeron fecundas concepciones epistemológicas, por impartir diversas controversias importantes; generalmente hacían conclusiones; algunas basadas en especulaciones, otras en hallazgos revisados en las estructuras estudiadas intentando demostrar y defender sus conceptos. Como en el caso del mecanicista Herman Boerhaave, que proponía entender la circulación sanguínea en semejanza con aspectos de hidráulica, o animistas como Georg Stahl donde cobijaba la idea en que el alma, un fundamento sensible del que no se tiene consciencia, era la que realmente causaba la realización de los movimientos.

En otro andar, se menciona a Theophile Bordeu y Joseph Barthez, quienes estaban promulgando el vitalismo, ayudando a transformar ideas del animismo ya instaurado, logrando expandir su trasfondo, procediendo por medio de la unificación de principios racionales y sensibles que hacían parte y que controlaban el individuo. Sostenían que, extrañamente debía existir un vínculo entre varios elementos intangibles e invisibles, que siempre de alguna manera ejercían algún tipo de control sobre lo que es posible hacer en un organismo viviente. Esto va más allá del movimiento pues comprende actos inconscientes y actividades voluntarias.

Siguiendo esta doctrina, Xavier Bichat hizo de ese principio orgánico inconsciente una de las cinco fuerzas vitales, y con sus amplios conocimientos en el ámbito histológico, se interesó mucho por ampliar la información existente en el área fisiológica, teniendo una certeza incierta o tal vez un presentir, que en el ámbito fisiológico aún faltaba todo por esclarecer. Por medio de procedimientos en autopsia, Bichat analizaba con ahínco, cambios en evolución del cuerpo, intentando interpretar detalles de la evolución del mismo, y aunque era una época carente de laboratorios formalmente establecidos, esto no era impedimento para las exploraciones que se proponía realizar, como una especie de experimentación natural.

Así, pasado el tiempo, en diferentes momentos resultó ventajoso, la aparición de nuevos y diversos caminos para investigaciones que conllevaran inmersa la intención de encontrar explicaciones de hechos concretos.

Ya para finales del siglo XVIII e inicios del siglo XIX, la teoría vitalista tomaba más fuerza que la mecanicista, pero esta fue desapareciendo progresivamente e instaurándose la filosofía natural constituyendo un nuevo rumbo, cuya definición va más allá de una forma de pensar, era basada en determinar el origen de la naturaleza y representó el cambio intelectual drástico en su momento.

Continuando por este camino, se realizan descripciones de varios ilustres que hacen parte de la historia de la fisiología, y en cada espacio de reseña de estos personajes incluidos en esta revisión, se manifiestan aspectos y particularidades que los condujeron a adentrarse en el quehacer fisiológico; expresando algunos motivos de contacto en el área investigativa, o las razones por las que terminaron involucrándose desde muy temprana edad con circunstancias de investigación científica, teniendo influencias de quienes realizaban exploraciones en diversas disciplinas de modo que hicieron parte de la construcción de un saber.

En el caso de figuras ilustres como las que se incluyen en la sección del siglo XIX había un establecimiento de la fisiología con una disposición “experimentalista consolidada” gracias a varios actores que desglosaron este ejercicio, demostrando el alcance de sus experimentos innovadores y reveladores. Cuando se hace alusión a Magendie los autores de las publicaciones en torno a él, hacen referencia a un impetuoso experimentador, un apasionado investigador, con inclinación al empirismo fehaciente, y con su entrega a la experiencia (23), resolvía problemas específicos, hacía conclusiones y proposiciones basadas en sus destacadas vivisecciones, teniendo gran influencia en tantos investigadores de su época como fue posible, marcando la historia, pasando a través de los años por su gran impacto con sus propuestas.

Sin embargo, es con Claude Bernard su alumno, que se consigue instaurar un enfoque experimental riguroso (49). Según la información extraída, Bernard tenía un verdadero espíritu científico, consideraba que la medicina era la ciencia de las enfermedades pero en cambio, la fisiología lo era para la vida. Sus pensamientos, eran contrarios a las doctrinas animistas y vitalistas y aportó valiosos conceptos, dentro de los cuales, concluyó, que el organismo está dominado por unas funciones internas. Propuso una metodología experimental, que permitiera evaluar lo qué hacía que una ciencia, fuera considerada una

ciencia; determinando qué aspectos y métodos pertenecían a la filosofía y cuales estaban del lado de la ciencia. La epistemología bernardiana considera que la ciencia avanza debido a la posibilidad que las nuevas hipótesis intenten refutar aquellas teorías previamente instauradas y aceptadas (50, 51).

Bernard logró explicar aspectos de la vida contrariando el credo vitalista, como si tratase de reflejar una postura más bien mecanicista al afirmar que, para entender a un organismo había que considerarlo como una organización, y que a medida que el fisiólogo experimentador va penetrando en el interior de una máquina viva que está con esmero, logrando descomponer, no puede dejar de notar que existen determinismos internos (50). Una vez que estuvo instaurada una base experimental, imprimió sus esfuerzos junto con varios de sus contemporáneos para evitar la especulación dentro del terreno teórico (51).

Sus desacuerdos con su mentor, lo llevaron a transformar el enfoque fisiológico dando una mejorada y estructurada versión, logrando convertirse como lo catalogaron muchos, una gloria científica de la fisiología.

Contradiendo esta corriente, Johannes Müller, quien tuvo numerosos seguidores, no se interesó por los métodos experimentales, y más bien adoptaba una tendencia vitalista, entonces, aún mucho tiempo después, se conservaban ambas tendencias. De Müller se extrae, la gran afluencia que tuvo al dirigir la otra escuela líder en Europa, la Alemana; y junto con las contribuciones de la escuela francesa dieron pauta para establecer la segunda edad de oro de la fisiología, siendo el primer periodo dorado el descubrimiento del patrón vascular y flujo sanguíneo por Harvey.

Aún con el transcurrir del tiempo, la vivisección y técnicas similares no dejaron de ser una de las fuentes de conocimiento utilizadas en neurociencias y otras disciplinas biológicas (52). Entre tanto, la fisiología comenzó a tener responsabilidad con la Bioética. Esta práctica, ejercida siglo tras siglo, exigió que el investigador conociese los principios y las causas de las cosas, de manera que se propenda por el bienestar de los seres vivos, sin que un hecho investigativo trajera consigo implicaciones negativas y dañinas tanto para la especie animal como humana (51).

Así, lejos de pretender establecer una ideología que se expandiera y perpetuara de manera unificada, se quería cambiar la historia de la ciencia y por ende de la fisiología, por ello, particularmente en las distintas zonas geográficas mencionadas se ejercían distintas influencias de pensamientos específicos, provocados por múltiples intereses, científicos y en algunas circunstancias, incluso políticos.

En lo concerniente a la extensión del saber fisiológico, hubo muchos acontecimientos que hicieron que cambiase la historia de la fisiología, ayudando a esparcirse a un campo abierto, sin punto de finalización, sino más bien trazando huellas para dar pista a más senderos. Al citar los artículos de diferentes autores, se evidencia, que en ellos describen reiterativamente las aspiraciones del hombre por encontrar explicaciones del estado de la naturaleza, denotando un incesante interés por hacer parte de la evolución del conocimiento fisiológico. Los personajes que han intervenido a través del tiempo, dan un sentido y un objetivo, adquiriendo la capacidad de discernir lo normal de lo patológico.

De acuerdo con lo anterior, de manera extraordinaria e interesante, la fisiología ha servido como elemento clave para inspirar la creación de nuevas disciplinas biológicas, sirviendo de punto de partida para provocar un baño científico, hilvanar aproximaciones, servir de molde para otras áreas afines pero marcando la diferencia con otros campos de investigación. A medida que progresa, aparecen nuevas rutas, pues junto con las herramientas tecnológicas, ejerce una soberanía que abre paso a nuevos paradigmas prometiendo estar en sintonía con un eje experimental.

Las ciencias fisiológicas de manera paulatina se han expandido a otras ramas del saber cómo las mencionadas en secciones anteriores, entre las que están; la fisiología celular, evolutiva, comparativa, bioquímica, biofísica, bio molecular, genómica, etc. En tanto, abarca disciplinas que se interesan en mejorar las condiciones de funcionamiento del ser en varias dimensiones; para ejemplificar esta consideración, está la aplicación de proyectos de mejoramiento en las condiciones de operatividad como la ergonomía (51). A propósito de ello, ¿a qué se debe esta variación de áreas afines?: este hecho está por supuesto ligado, con la introducción de los estupendos avances tecnológicos; y de manera adicional; es de reconocer, que los principales fisiólogos también se han formado como químicos, físicos, matemáticos, ingenieros, etc (53). A esto, se podría agregar también, que la fisiología misma ostenta y ofrece la posibilidad de estudiarse desde varios contextos;

bien sea a nivel específico como el celular, molecular y atómico, o también a nivel generalizado y holístico, reafirmando su carácter integrativo.

A propósito de este margen contextual, el modelo propuesto como ilustración del mismo enfoque integrador, ese que incorpora la fisiología, la Psiconeuroinmunoendocrinología o (PINE), comprende un reto al interpretar el ser desde una perspectiva biopsicosocial, donde se refleja el organismo como un ente dinámico comprendiéndolo como un todo.

Es de resaltar que los conceptos fundamentales en fisiología son aquellos relacionados con la coordinación y la comunicación cruzada entre los sistemas. Desde esta posición, prevalece la comunicación intra e intercelular, permitiendo al ser vivo la transmisión de señales y con ello una respuesta ante un estímulo, situación o cambio interno o externo que se presente.

Esto es posible gracias a que cada organismo está dotado de mecanismos que hacen posible la generación de una respuesta ante diversos factores o señales, transformándolos en procesos especializados como la percepción, interpretación, integración, y posible adaptación, y es precisamente la intercomunicación entre varios sistemas con funcionamiento adecuado, lo que hace posible la regulación de todas estas funciones de manera exitosa en el cuerpo humano.

Aquí están incluidos los sistemas que encierran mecanismos destinados a mantener un estado interno estable y constante para regular todas las funciones vitales, pues se conoce que; un organismo viviente trae inmerso consigo, un reloj biológico, cuyos procesos se realizan y varían de acuerdo al estado interno actual, pero también según los recursos que se encuentran en un entorno determinado.

Así por ejemplo, el hecho aparentemente simple de despertarse, tener conciencia y pensamientos, utilizar los sentidos, abrir los ojos, prepararse para las tareas cotidianas, el tener que cumplir un horario, dirigirse a un lugar para laborar o estudiar, desarrollar un ejercicio físico, etc., exige una dosis de estrés; sin embargo, hay ciertos límites que se deben considerar controlar, para evitar traspasar ese margen perjudicial. Se tiene que, el término estrés genera una respuesta fisiológica que es la que permite una reacción para

obtener la posible adaptabilidad ante ciertas circunstancias y evitar sobrepasar ciertos niveles.

Este proceso de adaptación o adaptabilidad fue descrito por Hans Selye en 1936 denominándolo Síndrome de Adaptación General, dividiéndola en tres fases definidas (52). La primera fase denominada reacción de alarma, la segunda fase es de resistencia, y si el estresor aún persiste, se da una tercera fase conocida como agotamiento. Es por esto, que el efecto del estrés dependen del tipo de estresor, pero también de su duración y de la capacidad de respuesta o adaptación ante dicha condición.

Hay situaciones físicas y psicológicas que se afrontan según la percepción y las herramientas individuales, donde también influyen las experiencias previas ante ciertas circunstancias. El término adaptación, tiene mucho que ver con esos cambios que ocurren en relación a la función de los tejidos, órganos y sistemas como resultado de la variabilidad de las condiciones ambientales.

Anatómicamente hablando, en la región inferior del diencefalo se localiza el hipotálamo, cuya importancia fisiológica radica en ser un centro de integración de múltiples señales y al ser procesadas de manera adecuada promueven la elaboración de respuestas que por medio del sistema nervioso autónomo y endocrino, tienen como objetivo, conservar el estado homeostático del organismo. Este comportamiento funcional, está catalogado como uno de los mecanismos de adaptación, pero los tres sistemas encargados de mantener la homeostasis son el autónomo, el endocrino e inmune.

Básicamente el trabajo de cada uno consiste concisamente en que, el sistema nervioso percibe y da respuesta a los cambios externos e internos, el sistema inmune los detecta y elimina lo que considere peligroso, y el sistema endocrino proporcionará la respuesta más conveniente ante algún factor.

Esto ha significado un avance significativo con el pasar del tiempo, pues resultó muy benéfico estudiar el condicionamiento del sistema inmunológico, y darse cuenta que con técnicas psicológicas es posible potenciar su acción, consiguiendo un funcionamiento con mayor efectividad.

Realmente, estos sistemas; nervioso, endocrino e inmune se consideran de manera amplia, con gran importancia reguladora, pues su integración tiene como finalidad conservar la señalización, hacer efectiva la supervivencia y mantener estables diversas funciones para asegurar el equilibrio interno del organismo, recibiendo información de los otros sistemas, por múltiples rutas de tipo anatómicas y hormonales, estando en una interacción constante (53).

Este enfoque sistémico es una forma de explicación holística del proceso salud, pero conociendo sus principios fisiológicos, estudiando la relación de los mecanismos regulatorios y de control, es posible tener herramientas para tratar la enfermedad. En él, se aborda la relación entre distintas partes del organismo permitiendo funcionar armónicamente, y con el estableciendo prioridades en sus funciones. (54)

Como ya señaló, la fisiología en la actualidad, promueve y fomenta un carácter esencialmente integrativo; no hay la certeza de precisarlo, pero probablemente se seguirá transformando sin perder su naturaleza y objeto de estudio. Surgen interrogantes acerca de la futura identidad que le brindaran los próximos fisiólogos; si mantendrán estos atributos, consolidando la expectativa de continuar brindando actividad científica favorable, y forjando un mañana que contribuya a la supervivencia de la misma, propiciando una adecuada labor, docente e investigativa.

Como último tópico, haciendo alusión al carácter investigativo de la fisiología, se rememoran hechos científicos que han tenido un lugar destacado en el curso de su historia; teniendo presente que, ha sido posible su desarrollo, gracias a una legendaria interacción filosófica y científica, desde los médicos griegos de antaño hasta los fisiólogos modernos; y se ha evidenciado a través del tiempo, que quienes han hecho parte de ella, le imprimieron sus atributos particulares; pues sus personajes han contado con determinadas formas de pensar, de estudiar, de actuar; que si bien, son objeto de estudio del presente escrito, han contado con visiones reduccionistas o sistémicas, siendo heterogéneos en su actividad científica, definiendo una caracterización a su espacio de estudio, donde gracias a ello, se ha moldeado progresivamente una identidad dentro del quehacer fisiológico de manera dinámica y perdurable.

Curiosamente, como ya se mencionó, la ciencia se comenzó a cultivar, cuando los pensadores griegos se interesaron por buscar causas no relacionadas con la divinidad, y esta idea, fue propagándose por medio de actores que adoptaban según su convicción, enseñanzas de predecesores; por citar un ejemplo, en el caso del saber fisiológico, el hecho de W. Harvey basarse en la doctrina galénica, de donde posteriormente se generó un cuantioso conocimiento basado en este modelo de Harvey. De esta manera continuamente fueron trascendiendo y prolongándose los saberes y doctrinas, permitiendo construir gradualmente mayor conocimiento, teniendo en cuenta la premisa que la ciencia no progresa en el vacío, sino que se construye sobre algún saber, por lo cual la fisiología fue, es, y seguirá siendo partícipe de la propagación de valiosa información, generando un razonamiento científico demostrable, celebrándose como transformadora social desde hace muchos años hasta la actualidad con un pilar experimental e integrador.

Con respecto a lo anterior, muchos científicos pasaron a perpetuarse en la historia de la ciencia al generar por medio de su dedicación, grandiosas contribuciones al mundo del conocimiento médico y fisiológico. Cuánta paciencia, entrega y perseverancia de cada investigador que presta varios años de su vida en esta labor, de los cuales, en la sección previa se hizo mención de solo algunos de estos investigadores que alcanzaron a ser galardonados en este terreno; pues muchos han sido merecedores de tan anhelado reconocimiento, ya sea por generar novedosas, originales y benéficas creaciones, o por considerar sintetizar observaciones preexistentes, adquiriendo nuevos resultados positivos y fructíferos, de los cuales se mencionaron varios estudios extraordinarios que obtuvieron por mérito el galardón o premio Nobel de Fisiología o Medicina, atribuidos por lograr descubrimientos notables; pero más allá de conocer quienes fueron todos los que lograron dicho distinción, se resalta que por sus hazañas y/o aportes cambiaron un saber, mejoraron muchas vidas, marcaron un camino, logrando transfigurar y modificar el conocimiento de la vida y la dimensión en que se encuentra la fisiología.

También ha tenido validez, darle crédito incluso, a aquellos que no llegaron a obtener el premio, teniendo en cuenta que, de una u otra manera gestaron un nuevo camino por emprender la búsqueda de la generación de más saber; instaron a otros la curiosidad de seguir investigando, coadyuvando a la supervivencia de la disciplina, preservando y exaltando su esencia creadora, transformadora y experimentalista.

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

Se ha utilizado una metodología basada en una investigación documental, realizando una meticulosa revisión de obras y artículos en diferentes sistemas de información, con el fin de extraer esos detalles especiales y característicos que reflejen las ideologías más representativas y proporcionan información sobre la evolución del pensamiento fisiológico, así como las diversas aproximaciones historiográficas con relación a la fisiología y la transformación de su pensamiento hasta la época actual.

Se encontró que, han habido grandes investigadores que han marcado virtuosamente este campo por medio de la instauración de doctrinas poderosas e importantes corrientes filosóficas, que se han heredado debido al liderazgo intelectual que ostentaban en algún momento de la historia.

Particularmente, se encontraron posturas opuestas que conllevaron a la búsqueda de una verdad absoluta. Habían posturas animistas y mecanicistas que inicialmente, formaron un campo antagónico de conocimiento, pero que sirvieron como base para el desarrollo de la fisiología. Por mucho tiempo, era evidente como dominaban unas ideas sobre otras, dejando visible la circulación de micropoderes, bajo la influencias religiosas, políticas, familiares, etc.

También se conocieron algunos principios que buscaban comprender las relaciones históricas entre la filosofía y fisiología; y se encontró relevancia en la época de consolidación de la fisiología como ciencia, gracias a la inclusión de métodos verificables y de experimentación, lo que llevó a empoderar su participación en la rama de la medicina, comprendiendo como, una fisiología empírica sentaría las bases para el desarrollo de la fisiología experimental.

Otra curiosidad digna de mencionarse era la instauración de reconocidas y fructíferas escuelas y laboratorios en zonas geográficas características, apreciando una soberanía ejercida por los territorios alemán y francés inicialmente y destacando el papel que desempeñaron los diversos discursos de los fisiólogos de antaño.

Por otra parte, el surgimiento de distintos tipos de pensamientos dentro del campo fisiológico, se ha debido en parte a la instauración de enfoques que puedan brindar una explicación racional y funcionalmente veraz en esta área. Por un lado, un esquema reduccionista, utiliza la división a fin de explicar los fenómenos en su grado más elemental y especializado, pero por otro, el carácter sistémico, que aborda la fisiología hoy por hoy, ofrece y consagra su naturaleza holística, dando a entender que de manera maravillosa es posible homogeneizar la heterogeneidad de las unidades para interpretarlas como un todo, reconociendo como un sistema complejo con niveles de organización funcionales que trabajan como un circuito interconectado.

Por todo lo anterior, se reconoce que hubo una drástica y positiva transformación a través del tiempo, pero la tarea insoslayable, siempre estuvo presente desde tiempo atrás, siendo la creación de conocimiento.

Los premios entregados como reconocimiento al Nobel de Medicina y Fisiología, se traen a mención, por ser un recuento de los importantes acontecimientos en los últimos tiempos con relación al saber fisiológico.

También se señala que la fisiología no es una disciplina con fronteras definidas, por lo cual, se encuentra en continua interacción con otras disciplinas del saber, con la premisa de poder comprender la sinergia entre diversos componentes de un sistema funcional.

5.2. Recomendaciones

Por último, se expone que, la realización de este tipo de escritos, permite conocer hechos pasados que de una u otra manera reflejan, como ha sido posible construir las bases del pensamiento fisiológico del presente, por lo cual, se incita a realizar producciones de este tipo de contenidos utilizando el abordaje narrativo, teniendo en cuenta que este, brinda

numerosas posibilidades de investigar con diversidad de herramientas que permiten, escudriñar, analizar, desdoblar, reconfigurar y reinterpretar datos, además de invitar a recorrer caminos asombrosos de exploración literaria, para abrir espacio a la creación de escritos maravillosamente fecundos y/o beneficiosos que enriquezcan el conocimiento.

6. Bibliografía

1. Tipton, C. M. (2016). The emergence of Applied Physiology within the discipline of Physiology. In *Journal of Applied Physiology* (Vol. 121, Issue 2, pp. 401–414). American Physiological Society.
<https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00767.2015>
2. Lemoine, M., & Pradeu, T. (2018). Dissecting the meanings of “physiology” to assess the vitality of the discipline. *Physiology*, 33(4), 236–245.
<https://doi.org/10.1152/physiol.00015.2018>
3. Henry, J. (2011). “Mathematics made no contribution to the public weal”: Why Jean Fernel (1497-1558) became a physician. *Centaurus*, 53(3), 193–220.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0498.2011.00234.x>
4. Martin, C. (2022). Medicine and the heavens in Padua’s Faculty of Arts, 1570-1630. *British Journal for the History of Science*.
<https://doi.org/10.1017/S0007087422000152>
5. De Santo Luca S, B. C. V. D. D. S. N. G. (2020). Jean Fernel (1497-1558) and his ‘Physiologia’: focus on the heart. *Vesalius Department of Medicine and Health Sciences, University of Molise, Campobasso, Italy.*, 26.
6. Jean-François CORDIER. (2011). Jean Fernel et l’esprit humaniste. In *Bull. Acad. Natle Méd* (Vol. 195, Issue 6).
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0001-4079\(19\)32000-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0001-4079(19)32000-X)
7. Bolli, R. (2019). William Harvey and the Discovery of the Circulation of the Blood: Part II. In *Circulation Research* (Vol. 124, Issue 9, pp. 1300–1302). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.119.314977>
8. Carvajal, J. D. B. (2019). Of blood circulation: Descartes and Harvey. *Discusiones Filosóficas*, 20(34), 113–129.
<https://doi.org/10.17151/difil.2019.20.34.6>

9. Campohermoso-Rodríguez, S.-S. C.-R. F.-H. H.-S. V. 5, Q.-C. A. (2018). William Harvey, Ibn Al-Nafis y Miguel Servet descubridores de la circulación sanguínea. *SciELO Analytics*, 59.
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1652-67762018000300011&lng=es&nrm=iso&tlng=es
10. Williams, A. N., O'Dell, F. J., & Aronson, J. K. (2021). Was William Harvey's commitment to experimentation reflected in his clinical practice? *Journal of the Royal Society of Medicine*, 114(6), 313–322. <https://doi.org/10.1177/01410768211021335>
11. Shuttera Pérez, A. S. (2020). De la retórica mecanicista como principio médico-terapéutico a la explotación económica del cuerpo. Harvey, Descartes y el paradigma disciplinario en Michel Foucault. *Revista Filosofía UIS*, 19(2), 221–240.
<https://doi.org/10.18273/revfil.v19n2-2020012>
12. Scholer AJ, A. K. M. T. A. S. K. C. RJ. (2018). Herman Boerhaave, the Dutch Hippocrates, a Forgotten Father of Medicine.
<https://doi.org/doi:10.1177/000313481808400312>
13. Powers, J. C. (2018). Herman Boerhaave and the Use of Demonstration-Experiments in Chemistry Courses (pp. 29–42).
<https://doi.org/10.1021/bk-2018-1273.ch002>
14. Ryff, C. D. (2021). Spirituality and well-being: Theory, science, and the nature connection. *Religions*, 12(11).
<https://doi.org/10.3390/rel12110914>
15. de Ceglia, F. P. (2021). Matter is not enough: Georg Ernst Stahl, Friedrich Hoffmann, and the issue of animism. *HOPOS*, 11(2), 502–527.
<https://doi.org/10.1086/713085>
16. Salvador Anaya González Francisco Rodríguez. (2019). *Antropología Triádica: Cuerpo, Alma Y Espíritu.*, 25-28. Tesis Doctoral

<https://core.ac.uk/download/pdf/286564094.pdf>

17. Perdicoyianni-Paleologou, H. (2022). Xavier Bichat and the renovation of the pathological anatomy. *Journal of Medical Biography*.
<https://doi.org/10.1177/09677720221097795>
18. Lettow, S. (2021). Conceiving reproduction in German Naturphilosophie. Introduction. In *History and Philosophy of the Life Sciences* (Vol. 43, Issue 2). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s40656-021-00399-2>
19. Kristian Köchy. (2021). Romantische Naturphilosophie. Online Encyclopedia Philosophy of Nature.
<https://doi.10.11588/oeprn.2021.1.80608>
20. Mesa, N. H. (2017). History of the present challenges of Experimental Physiology.
<http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/>
21. Huertas Jesús R. (2015). Evolución Histórica De La Fisiología. In *Fisiología Humana*.
22. González Recio José Luis. (2016). Los Hechos Y Las Hipótesis En La Fisiología Francesa Del Siglo Xix. Departamento De Filosofía Teorética, Facultad De Filosofía, 24, 101–126.
23. Stahnisch, F. W. (2009). François Magendie (1783-1855). *Journal of Neurology*, 256(11), 1950–1952. <https://doi.org/10.1007/s00415-009-5291-3>
24. Di Pasquale Mariano. (2015). Vitalismo, idéologie y fisiología en Buenos Aires. La polémica entre Cosme Argerich y Crisóstomo Lafinur en *El Americano*, 1819. *Rev. Cienc. Salud.*, 13–28.
25. Berkowitz, C. (2006). Disputed discovery: vivisection and experiment in the 19th century. In *Endeavour* (Vol. 30, Issue 3, pp. 98–102).
<https://doi.org/10.1016/j.endeavour.2006.07.001>

26. Tubbs, R. S., Loukas, M., Shoja, M. M., Shokouhi, G., & Oakes, W. J. (2008). François Magendie (1783-1855) and his contributions to the foundations of neuroscience and neurosurgery. *Journal of Neurosurgery*, 108(5), 1038–1042.
<https://doi.org/10.3171/JNS/2008/108/5/1038>
27. Rodríguez de Romo Ana Cecilia. (2007). Claude Bernard, el hombre y el científico. *Historia y Filosofía de La Medicina*, 52.
28. Evans Ronald. (2020). Claude Bernard, el padre de la fisiología. Fundador de la medicina experimental y escritor fracasado. *Ciencia y Tecnología*.
29. Alistair M.C. Isaac. (2019). Realism without tears I: Müller's Doctrine of Specific Nerve Energies. Published by Elsevier Ltd.
30. Heinz-Gerd Zimmer. (2020). Johannes Müller. *Clin. Cardiol*, 03.
31. Laura Otis. (2007). Müller's Lab. Oxford University Press.
32. Wade Nicholas J. (2021). The vision of Helmholtz. *History of the Neurosciences*.
<https://doi.org/10.1080/0964704X.2021.1904182>
33. Tanse EM. (2006). Pavlov at home and abroad: his role in international physiology. *Neurociencia: Básica y Clínica*.
34. Natchin Yu. V. (2009). The Evolution of Evolutionary Physiology. *Neuroscience and Behavioral Physiology*, 39.
35. Grocott Michael PW. (2006). Integrative physiology and systems biology: reductionism, emergence and causality. *BioMed Central Extreme Physiology y Medicine*.
36. Yipenga Cai, J.-Z. D. (2008). Fisiología comparativa en China 1984-2007. *Bioquímica y Fisiología Comparativas*.
<https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2008.08.003>

37. Costa Ruiz Jorge. (2015). Desde hace cien años a esta parte en Fisiología. Revista Eubacteria. ISSN 1697-0071.
38. Przenioslo, M. (2019). La Historia De La Fisiología: La Cátedra De Fisiología En La Facultad De Medicina De La Universidad Jagiellonian 1918 – 1939. Revista De Fisiología Y Farmacología, 587–693
<https://doi.org/10.26402/jpp.2019.5.04>
39. Conti Andrea Alberto. (2020). Nobel Prizes in Medicine as an overview on XX and XXI centuries biomedicine and health sciences: historical and epistemological considerations. Medical Humanities.
<https://doi.org/10.23750/abm.v91i4.9585>
40. Hansson Nils, U. E. (2015). Emil von Behring: erster Nobelpreisträger für Medizin Die Bekämpfung der Diphtherie. Dtsch Med Wochenschr.
41. Piotr Ceranowicz, J. C. Z. W. B. K. y A. D. (2015). The Beginnings of Pancreatology as a Field of Experimental and Clinical Medicine. Hindawi Publishing Corporation BioMed.
<https://doi.org/10.1155/2015/128095>
42. Kropp Robert. (2015). Niels Ryberg Finsen. Pneumologie, 696–699.
<http://dx.doi.org/10.1055/s-0034-1377990>
43. Henao-Pérez Julieta, L.-M. D. C. H.-P. M. C.-R. V. C. C.-A. M. (2021). Psychoneuroimmunoendocrinology of the Stress Response, Circadian Rhythm and Microbiota in Rheumatoid Arthritis. Revista Colombiana de Psiquiatría.
<https://doi.org/10.1016/j.rcp.2021.10.003>
44. González-Díaz, S. N., Arias-Cruz, A., Elizondo-Villarreal, B., & Monge-Ortega, O. P. (2017). Psychoneuroimmunoendocrinology: clinical implications. World Allergy Organization Journal, 10, 19.
<https://doi.org/10.1186/s40413-017-0151-6>

45. McEwen, B. S. (2017). Allostasis and the Epigenetics of Brain and Body Health Over the Life Course. *JAMA Psychiatry*, 74(6), 551.
<https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2017.0270>
46. Roux, E. (2022). The concept of function in modern physiology. *The Journal of Physiology*, 592(11), 2245–2249.
<https://doi.org/10.1113/jphysiol.2022.272062>
47. Martínez Martín Abel Fernando. (2019). William Harvey: la Fisiología del Barroco. *Diario En Salud*.
48. Ortega Lozano, R. (2022). El cuerpo como un todo y no como una suma de partes: la propuesta holista de Walter B. Cannon. *Crítica (México D. F. En Línea)*, 54(162), 29–55. <https://doi.org/10.22201/iifs.18704905e.2022.1382>
49. Rodríguez Alvaro David – García Salvatierra, – Cedrón David Carmelo. (2020). Aproximación epistemológica y ontológica de la fisiología. *Rev Med Vallejana*.
50. Ilcic Andrés A. (2018). El peso de la herencia: Bichat, Bernard y el “Nuevo” Mecanicismo. *Epistemología e Historia de La Ciencia*, 2(2), 51-69. ISSN: 2525-1198.
51. Lozano, R. O. (2022). El cuerpo como un todo y no como una suma de partes: la propuesta holista de walter b. cannon. *Crítica-Revista Hispanoamericana de Filosofía*, 54(162), 29–55.
<https://doi.org/10.22201/iifs.18704905e.2022.1382>
52. Cabrera Macias Yolanda, A. A. R. E. L. G. J. L. C. E. (2017). ¿Nos enferman las preocupaciones? Una respuesta desde la Psiconeuroinmunoendocrinología. *Revistas Científicas de América Latina*.
53. Cortés Romero Celso Enrique, E. N. A. C. R. J. G. S. R. T. B. R. M. V. P. (2018). Estrés y cortisol: implicaciones en la ingesta de alimento. *Rev Cubana Invest Bioméd*, 37.

54. Barooah, R. (2020). Introduction to physiology. In *Smart Healthcare for Disease Diagnosis and Prevention* (pp. 185–192). Elsevier.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817913-0.00018-3>