
CARL LUDWIG Y EL FENÓMENO DE LA INSTITUCIONALIZACIÓN COMO TRIUNFO DEL MECANICISMO FISIOLÓGICO

RAMÓN ORTEGA LOZANO

ABSTRACT. During the nineteenth century mechanistic materialism superseded vitalist theories and *Naturephilosophie* in the studies on life, especially in physiology. Three main reasons are proposed to explain this event: The Positivism of Auguste Comte; the theory of natural selection by Darwin, and advancements in physics and chemistry applied to the biological world. There is another important element considered as part of the latter progress: the phenomena of institutionalization, that is, the construction and development of laboratories to do physiological research. This paper will show the importance of this fact in displacing Vitalism from research on physiology. This requires exploring the foundation of the Leipzig Institute, built and designed by Carl Ludwig. This institute will be the model adopted by the subsequent medical research laboratories, as they spread across the mid-nineteenth century and continues today.

KEY WORDS. Carl Ludwig, Leipzig Institute, Vitalism, Materialism, Mechanistic, *Naturephilosophie*, physiology, laboratory, philosophy of medicine.

INTRODUCCIÓN

Basta pensar en los médicos alejandrinos, o en Galeno, Harvey o Magendie, para encontrar ejemplos del uso de la experimentación en la historia de la medicina y la biología. Estos estudiosos echaron mano de técnicas empíricas en su indagación sobre los organismos, aunque no es hasta Claude Bernard (1813-1878) —discípulo del último de los mencionados— cuando se consigue instaurar, a mediados del siglo XIX, un enfoque experimental de manera rigurosa. Se consigue entonces que esa exigencia metodológica difícilmente pueda separarse de la formulación de las nuevas teorías que quisieran ser consideradas científicas. También es a lo largo del siglo XIX y principios del siglo XX cuando los desacuerdos teóricos entre mecanicistas, vitalistas o materialistas cobran mayor importancia, pues es

Centro de Estudios Hispánicos, Universidad Nebrija. / Doctorando en Filosofía de la Ciencia, Universidad Complutense de Madrid, España. / ortega.lozano.ramon@gmail.com

en este periodo donde los procedimientos de investigación, pese a la postura del investigador, ya no permitirán un alejamiento de la experimentación dentro del terreno teórico, donde la mera especulación sin una base experimental quedará relegada a simple palabrería. Es en esta etapa cuando el análisis crítico hace declinar al vitalismo y donde también se pone en duda la simplicidad de las explicaciones mecanicistas.

En este artículo se intentará mostrar la decadencia de la *Naturphilosophie* alemana y del vitalismo francés, así como el consecuente triunfo del materialismo mecanicista sobre esas teorías. Para ello se hablará de los tres factores a los que se suele acudir cuando se da cuenta de las limitantes de las ideas vitalistas en la investigación biológica, en este caso, fisiológica: 1) el positivismo; 2) la teoría de evolución de las especies de Charles Darwin, y 3) los adelantos en materia físico-química y su incidencia en el mundo biológico. A diferencia de otros estudios, se planteará que el *fenómeno de la institucionalización* científica (creación y desarrollo de institutos de investigación experimental) debería incluirse como una cuarta condición independiente, que tiene un valor equivalente a las otras tres. En especial, cuando este factor se ha tendido a obviar o a enmarcar dentro del último de los descritos, esto es, que se ha asociado a los adelantos que se dieron en materia físico-química. Es cierto que la institucionalización fisiológica va asociada a una implementación metodológica que echa mano del análisis físico y químico, pero debe ser tratada de forma independiente por su repercusión y propagación en un cambio de paradigma en la medicina que influye hasta nuestros días: el tránsito de una medicina asociada a los hospitales hacia otra anclada en los laboratorios.

En cualquier caso, son estos cuatro puntos los que inciden en el desarrollo del materialismo mecanicista y al ser los actores principales los *reduccionistas fisiólogos* alemanes de la segunda mitad del siglo XIX los que consolidan esta nueva forma de concebir el estudio médico, tendrán un papel protagonista dentro de las siguientes páginas. Especialmente lo tendrá Carl Ludwig, su máximo representante, y su laboratorio de Leipzig que, como podrá apreciarse más adelante, será el precursor del laboratorio moderno de fisiología. Un instituto que muchos de sus discípulos imitarán y considerarán el único recinto adecuado para la indagación fisiológica.

LA FISIOLÓGIA DEL SIGLO XIX. UN TRIUNFO SOBRE EL VITALISMO

Aunque muchos de los términos que aquí se expondrán (mecanicismo, vitalismo, materialismo, etc.) se han empleado desde la antigua Grecia, no es de extrañar que sea a lo largo del siglo XIX cuando cobra fuerza la polémica entre las distintas posturas y conceptos con los que el investigador se enfrenta en el estudio de la vida. Es una época en la que se

comienzan a definir nuevos términos, entre ellos el de “biología”, que aparece por primera vez en 1800, y que más tarde sería popularizado por el naturalista Gottfried Reinhold Treviranus (1776-1837) y Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829), de forma independiente. “Las ciencias se estaban volviendo especializadas, exactamente cuando la biología se definía a sí misma como una profesión. Botanista y zoólogo ya eran designaciones especializadas. Muchas más habrían de agregarse: fisiólogo, histólogo, embriólogo, paleontólogo, biólogo evolutivo, bacteriólogo y bioquímico ¹”. Junto a la definición de las especialidades que estudiaban la vida desde sus respectivos ámbitos, surgieron aquellas posturas de las que se hablará en las siguientes páginas.

La transición de la fisiología venida de la Ilustración de finales del siglo XVIII a la propiamente experimental y analítica de mediados del XIX, pasó por una etapa anclada en la especulación filosófica sobre los procesos fisiológicos que acontecían en los organismos vivos. En ese momento, dos teorías levantan su voz para proclamarse definitivas en este periodo: la *Naturphilosophie* en Alemania y el vitalismo en Francia. Ambas corrientes encontraron en el fenómeno de la vida algo tan peculiar que requería separar a los organismos vivos de cualquier otro tipo de materia o fenómenos que acontecieran en el universo. De alguna manera, se habían propuesto mantener fuera de los laboratorios de los físicos y químicos (como Lavoisier o Laplace) los estudios de los organismos vivos, pues al creerlos de naturalezas distintas, tendrían que ser estudiados desde otras perspectivas. Simultáneamente, ciertos hechos fueron mostrando que la esencia de los seres vivos no era tan distinta a la de la materia inerte, y que buena parte de los procesos fisiológicos podían estudiarse y comprenderse a través de la física y la química. Así comienza el debate entre vitalistas, materialistas y mecanicistas.

El idealismo alemán, especialmente el pensamiento de Friedrich Wilhelm Joseph von Schelling (1775-1854), influyó directamente en distintas áreas de la biología y de la medicina. Especialmente los *Naturphilosophen* tuvieron influencia en la forma de entender la ciencia de la vida en Alemania. “La *Naturphilosophie* constituye la corriente filosófica dominante de principios del siglo XIX. Sus supuestos científicos y metodológicos surgen como una reacción frente al racionalismo de la Ilustración ²”. En síntesis, su planteamiento consistía en postular la existencia de una fuerza vital rectora de la vida, al igual que la fuerza de gravedad existe para regir el funcionamiento del cosmos. La naturaleza en su conjunto es dinámica y no mecánica, y el conjunto de toda ella es el campo de acción de su espíritu creador (*Schaffender Geist*). Para estos idealistas alemanes, la explicación mecánica no es suficiente, ya que ésta atiende a los objetos simples, en cambio, en la naturaleza existen objetos de mayor complejidad que no pueden regirse por las mismas leyes. Por esta razón, Schelling centra su

atención en la filosofía de la naturaleza para interpretar su génesis, especialmente su esencia de “autoconstrucción”. La *Naturphilosophie* no tuvo mucha influencia fuera de Alemania y hacia la mitad del siglo XIX había perdido casi toda su impulso. Ello sucedió en parte debido a la *escuela de los reduccionistas fisiólogos*, de la que fue su principal representante la figura en la que se centra este artículo, Carl Ludwig, quien criticó radicalmente las teorías de estos filósofos naturales.

Por otro lado, a comienzos del siglo XIX se inicia el desarrollo de investigaciones en materia de anatomía microscópica. Los primeros citólogos comienzan a utilizar conceptos como la fibra, el tejido o el corpúsculo granuloso, con la intención de caracterizar, en la medida de sus observaciones, la unidad que pudiera considerarse primaria, el soporte morfológico y funcional de la vida. Sin embargo, las observaciones microscópicas e incluso la delimitación conceptual de esa unidad elemental eran de poca ayuda para desentrañar la causa dinamizadora que conseguía iniciar y mantener la vida en los organismos. La búsqueda de este motor de la vida fue lo que llevó a algunos investigadores a pensar que la peculiaridad de los seres vivos debería tener su fundamento en alguna fuerza que causara una influencia en ellos, al igual que otras fuerzas tienen influencia en los objetos inertes. “El motor de los fenómenos biológicos tenía que ser también una fuerza; una fuerza distinta a las fuerzas mecánicas o gravitatorias, tan misteriosas como ellas; una fuerza cuya eficacia se debía a propiedades específicas de los hechos vitales y a la que era apropiado llamar, por ello, *fuerza vital* ³”. La idea principal es que el principio de la vida no puede asociarse a las mismas leyes mecánicas con las que se rigen los demás elementos del mundo físico (la materia inorgánica), o al menos no por completo.

Si cabe hablar de un centro promotor de teorías vitalistas en la Europa de ese tiempo es la Universidad de Montpellier, cuna de histólogos como Bordeau, Barthez y Xavier Bichat (1771-1802). Este último “fue la figura más influyente del nuevo sistema que propugnaba la división del principio vital en fuerzas distintas e inherentes a cada tejido ⁴”. Por tanto, la unidad elemental para este tipo de investigadores es el tejido y su motor, las fuerzas vitales. Bichat es un buen ejemplo para comprender la carga metafísica transferida por los vitalistas cuando hacen referencia al “fluido vital”. Es una fuerza inabarcable para la mente humana. De hecho, su opinión es que, de antemano, cualquier estudio sobre el principio vital cuenta con una limitación epistemológica: “tales son en efecto los estrechos límites del entendimiento humano, que casi siempre le está prohibido el conocimiento de las primeras causas ⁵”. Si existe esa limitación se debe principalmente a las diferentes naturalezas entre el mundo vivo y el no vivo. Por esta razón, tampoco es posible utilizar los mismos métodos con los que se estudia el mundo físico en los fenómenos biológicos:

Se calcula la vuelta de un cometa, la resistencia de un fluido por un canal inerte, la celeridad de un proyectil, etc. pero calcular con Borelli la fuerza de un músculo, con Keil la velocidad de la sangre, con Jurine, Lavosier, etc. la cantidad de aire que entra en el pulmón, es levantar sobre arena movediza un edificio sólido por sí, pero que cae inmediatamente por faltarle una base segura.

Esta inestabilidad de las fuerzas vitales, y esta facilidad que tienen de variar a cada instante más o menos, imprimen a todos los fenómenos vitales un carácter de irregularidad que los distingue de los fenómenos físicos, notables por su uniformidad ⁶.

Ahora bien, como se ha comentado en la introducción de este artículo, dichas teorías se encontraron con obstáculos. En el caso de los vitalistas franceses y sus estudios de la anatomía microscópica, tuvieron que enfrentarse en varias ocasiones a la crítica del pensamiento positivista que Auguste Comte (1798-1857) acuñó y que tuvo gran influencia en el mundo científico del siglo XIX. Básicamente, el ataque se refería al alejamiento, por parte de los citólogos, de la seguridad que brinda el estudio de lo directamente observable. Todo estudio indirecto (como lo es el microscópico) de los fenómenos físicos generaba sospechas y era catalogado fuera de lo riguroso y lo confiable que exigía la ciencia positiva. Como explica Mondella: "La concepción fenomenista y convencionalista del conocimiento físico-matemático de la naturaleza ya había impugnado a la ciencia el derecho de presentarse como conocimiento válido y objetivo de la naturaleza ⁷". El ejemplo de los investigadores vitalistas, como Bichat, permite ver que estas sospechas no estaban infundadas; el conocimiento cuantificable de los fenómenos físicos no tenía cabida en tal pensamiento.

Comte encuentra poco fructífera la concepción de naturaleza de los románticos alemanes o de los vitalistas franceses, y no deja lugar en su sistema a ningún elemento reconocible procedente de esta postura. El filósofo francés rechaza el papel de las especulaciones y piensa que la eficacia de una teoría "resulta exclusivamente de su conformidad con los fenómenos observados ⁸". De esta manera, acude sólo a la inducción como fuente de conocimiento experimental. Todo elemento que no parta de la experiencia debería ser rechazado de inmediato.

El positivismo no fue la única corriente que colaboró para minar al vitalismo. De hecho, la visión convencional de este acontecimiento suele ser explicado por otros dos sucesos significativos que dan preminencia al mecanicismo sobre el vitalismo: la teoría de la evolución de las especies, de Charles Darwin (1809-1882), y los adelantos en materia química-biológica. En cuanto al primer punto, *El origen de las especies*, publicado en 1859 por Darwin, deja atrás las ideas teleológicas del finalismo biológico aristotélico que, como se ha mostrado, en pleno siglo XIX seguían causando controversia, y fundamenta en el azar la idea de evolución:

El darwinismo [...] y neo-darwinismo, proporciona una base científica para atribuir una necesidad al concepto de azar en el origen y la evolución de la vida: el azar del ambiente adecuado para la reunión de moléculas complejas en un caldo primigenio, los errores al azar de la recopilación de las moléculas ADN, a fin de proporcionar una base para la diversidad de los organismos vivos, el azar de que algunos pocos de estos errores conferirán un valor de supervivencia a sus poseedores, el azar de que el ambiente pueda no ser totalmente hostil para todos los individuos de una población [...] el azar de que el éxito en la supervivencia y en la reproducción puedan, a pesar de todo, conducir a la extinción si los coeficientes exponenciales de incremento prosiguen indefinidamente ⁹.

El concepto de selección natural acuñado por Darwin muestra que los organismos buscarán aquí y allá la manera de prolongar su existencia, amoldándose a su azaroso entorno, que llevará en unos casos a la preservación y en otros a la extinción. La selección natural es un agente ciego que, en el mejor de los casos, permitirá la autoconservación de los individuos:

Debido a esta lucha por la vida, las variaciones, por muy ligeras que sean y procedan de la causa que procedan, si resultan en algún grado beneficiosas para los individuos de una especie en sus relaciones infinitamente complejas con otros seres orgánicos y con sus condiciones físicas de vida, tenderán a la conservación de estos individuos y serán, en general, heredadas por la descendencia. [...] Este principio, en virtud del cual toda ligera variación, si es útil, se conserva, lo he denominado yo con el término de *selección natural* [...]

[...] Metafóricamente puede decirse que la selección natural está buscando cada día y cada hora por todo el mundo las más ligeras variaciones; rechazando las que son malas; conservando y sumando todas las que son buenas; trabajando silenciosa e insensiblemente *cualquiera que sea y donde quiera que se le ofrece la oportunidad*, por el perfeccionamiento de cada ser orgánico ¹⁰.

Esta nueva concepción de la naturaleza de los organismos, producto no de un propósito, sino del azar en las condiciones en las que se han desarrollado, terminó por dar un vuelco a la concepción teleológica que se tenía de los organismos vivos y colaboró en el declive del vitalismo en su faceta más especulativa. Es cierto que su sombra se prolongará todavía durante el siglo XX, por ejemplo, en las polémicas reduccionistas/antirreduccionistas, o en la creación del concepto 'teleonomía' de Jacques Monod.

Para explicar el segundo punto que contribuyó a desplazar la perspectiva vitalista en el siglo XIX hay que acudir al siglo anterior, cuando las investigaciones de Adair Crawford (1748-1795) y Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794) habían dado frutos en materia química, formando las primeras teorías generales y cuantitativas del origen del calor animal, y demostrado que "en los organismos vivos tenían lugar procesos químicos

que eran, si no idénticos, por lo menos análogos a los de la materia inorgánica ¹¹".

El análisis de Lavoisier y sus colaboradores demostró que la composición de los elementos de la materia orgánica era idéntica que la de la materia inorgánica, a saber carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Esto llevó a que dentro de la práctica de experimentos e investigaciones fisiológicas se prestara más atención a su relación:

El análisis orgánico se convirtió en una operación rutinaria de laboratorio y tomó forma de una lista coherente de sustancias orgánicas. La división de las sustancias alimenticias en carbohidratos, grasas y proteínas en sus proporciones de carbono, hidrógeno y en la presencia de nitrógeno, se estableció finalmente en 1845 ¹².

Tales adelantos dieron paso a investigaciones fisiológicas representativas del mecanicismo, donde tiene especial mención la llamada *Escuela de Berlín* o los también conocidos como *fisiólogos reduccionistas* o *materialistas médicos*. Se trata de investigadores que llevan el progreso en materia química y física a sus estudios sobre fisiología animal, realizando actividades que muy bien resume Allen:

[...] pedían la reintroducción en la biología de los métodos físico-químicos, por lo cual entendían, en gran parte, el análisis experimental. Aislaron órganos del cuerpo y los sujetaron a perfusión (es decir, hicieron pasar líquidos de composición conocida a través de las venas y las arterias de los órganos), estimularon músculos y nervios con corrientes eléctricas, registraron el paso de los impulsos por las vías nerviosas y midieron las propiedades ópticas de lentes aislados de las retinas y demás partes de los ojos de los vertebrados [...] Su enfoque fue reduccionista por cuanto pretendieron descomponer el organismo y estudiar aisladamente sus partes ¹³.

Es interesante pensar que así como Alemania produce los grandes idealistas que desarrollan la *Naturphilosophie*, también es este país la cuna de los principales detractores de aquellos. El grupo tuvo como abanderados a los siguientes investigadores: Emil du Bois-Reymond (1818-1896), Ernst Brücke (1829-1892) y Hermann von Helmholtz (1821-1894), quienes se formaron en el laboratorio berlinés de Johannes Müller y, por otro lado, a Carl Friedrich Wilhelm Ludwig (1816-1895) que estudió en Marburgo. Es este último fisiólogo al que se pondrá a la cabeza de este grupo y al que más atención se dedicará.

Esta escuela de médicos reduccionistas se opone al vitalismo abiertamente. Para ellos, los fenómenos vitales son causados por fuerzas inherentes en las bases materiales del organismo vivo. Esto quiere decir que así como se entiende que en la materia interactúan fuerzas químicas y físicas,

y en tanto que todas las fuerzas son determinadas por la interacción de átomos materiales, las fuerzas que intervienen en la investigación fisiológica deben ser de la misma naturaleza. En el fondo, la materia orgánica e inorgánica son parte de la misma naturaleza. Bajo esta perspectiva, mientras que a estas fuerzas se les reconozca como movimientos causales que se desprenden de la mecánica, la dirección de la investigación fisiológica igualmente se le deberá dar el trato de mecánica ¹⁴. A partir de este momento, y hasta nuestros días, la investigación fisiológica incorporará una metodología cuantificable, apoyada en la física y la química.

De esta forma entiende Carl Ludwig que deben ser estudiados los organismos, y en su libro *Tratado de fisiología humana* (*Lehrbuch der Physiologie des Menschen*) argumenta que la fisiología es esencialmente análisis. De poder llegar a las partes últimas del organismo, éste se reduciría a líquidos imponderables (éter luminoso y electricidad) y a los elementos químicos dependientes de ellos. Sus teorías fueron sobresalientes y fue considerado el “verdadero maestro de todos los fisiólogos del mundo de su generación ¹⁵”. Con todo, su mayor aportación fue la creación de un laboratorio de fisiología que sería el modelo a imitar no sólo por todos los laboratorios de experimentación médica, sino de lo que entendemos en la actualidad cuando hablamos de tales recintos.

EL FENÓMENO DE LA INSTITUCIONALIZACIÓN

En resumen, los tres factores que ayudaron a expulsar las concepciones de la *Naturphilosophie* y del vitalismo francés de las distintas disciplinas enfocadas al estudio de la vida fueron: 1) el positivismo de Comte; 2) la teoría de la evolución de las especies de Darwin, que libera al mundo biológico de la teleología aristotélica y coloca en su lugar al azar como factor determinante de la diversificación de la vida ¹⁶, y 3) los adelantos en materia física y química, cuyo mayor auge comienza a finales del siglo XVIII. Todo estudio fiable que intente dar luz al cambio filosófico que se dio en el siglo XIX para abandonar las ideas vitalistas y pasar al materialismo mecanicista debe tomar en cuenta esas tres causas. Existe un cuarto elemento que tiene igual importancia y que muchas veces se ha llegado a obviar, o bien le ha considerado un elemento accesorio a los mismos avances alcanzados en el terreno de la física y la química, y que sólo hacia las últimas décadas, los esfuerzos de algunos historiadores y filósofos de la medicina como Lenoir, Holmes o el mismo Coleman, han comenzado a poner de relieve. Este cuarto factor es el creciente desarrollo que cobró el instituto de investigación experimental o laboratorio de experimentación, que anclado en una universidad, proliferó en toda Europa a partir de la segunda mitad del siglo XIX. Su semilla puede localizarse en Alemania y de ahí se esparciría por el resto de Europa, para finalmente rebasar incluso los límites conti-

nentales y llegar a países como Estados Unidos, donde su instauración pondrá al país norteamericano a la cabeza de los descubrimientos fisiológicos en el siglo XX. Estos laboratorios de fisiología (lo mismo se puede decir de química, física y otras disciplinas cuyos recintos fueron igualmente fructíferos en esta época) demostraron su utilidad a lo largo de la segunda mitad del siglo XIX, y en la actualidad son los escenarios comunes de la formación fisiológica, biológica, química, y demás, y su existencia nos parece inseparable a los avances en la investigación científica de dichas ramas. Sin ellos no es concebible el actual desarrollo de la medicina (u otras áreas de estudios) y de ahí que cobre especial importancia su análisis.

Los laboratorios de investigación adquieren un interés primordial para la fisiología moderna y, en algunos casos, esta relevancia es más significativa que la de los hospitales. Dentro del estudio filosófico e histórico de la medicina es habitual hacer mención a un cambio epistemológico ¹⁷. Esa transformación consiste en el tránsito de una medicina individual que tiene como espacio de acción la cama del paciente al de los hospitales, que comienza a partir de finales del siglo XVIII y se mantiene durante el XIX, para finalmente llegar al actual paradigma cuyo centro de acción es el laboratorio:

En la Edad Media la medicina se centró alrededor de las bibliotecas. Durante los siguientes tres siglos, al igual que en la Antigüedad Clásica, se centró en la medicina de cama, pero en el siglo diecinueve se organizó alrededor de los hospitales. Los hospitales fueron un factor decisivo en el desarrollo de la medicina a comienzos del siglo diecinueve, en que este periodo bien se podría caracterizar por el nombre de medicina de *hospitales*, para distinguirlo de sus anteriores, de *librería* y medicina de *cama* y de su sucesora que bien podríamos llamar medicina de *laboratorio* ¹⁸.

Cuando la medicina cambia la idea de patología humoral por la de patología anatómica, la forma de enfrentarse a las enfermedades cambia. La misión del médico consiste en identificar aquellas anomalías que pueden causar la muerte. Por esta razón se incrementan los estudios posmortem y se vuelve parte de la rutina médica que persigue analizar la anatomía de los cadáveres para localizar las señas que puedan anticipar la enfermedad en los pacientes vivos y localizar el lugar donde se origina. Comienza, así, la posibilidad de indagar y descubrir los enigmas del cuerpo y sus enfermedades de una manera más certera y cuantificable. En 1865, Claude Bernard expuso su posición al respecto:

En una palabra, consideramos al Hospital tan solo como el vestíbulo de la medicina científica; es el primer campo de observación en que debe entrar el médico; pero el verdadero santuario de la ciencia médica es el laboratorio: aquí es sólo donde se busca la explicación de los fenómenos de la vida, así en su

estado normal como en el patológico, por medio del análisis experimental. No debemos ocuparnos aquí de la parte clínica de la Medicina; la suponemos conocida y perfeccionándose cada día más en los Hospitales con los medios nuevos de diagnóstico que la Física y la Química ofrecen sin cesar a la semiótica. Creemos que la Medicina no acaba, como se cree, en el Hospital, sino que allí empieza. El médico celoso de merecer este nombre en un sentido científico, debe salir del hospital, ir a su laboratorio donde procurará, por experimentos hechos sobre animales, darse cuenta de lo que ha observado en sus enfermos. Ya con relación al mecanismo de las enfermedades, ya a la acción de los medicamentos, ya al origen de las lesiones morbosas de los órganos o de los tejidos, allí es, en una palabra donde se formará la verdadera ciencia médica ¹⁹.

La química, la física, la fisiología adquieren una importancia principal dentro de las universidades y es en ellas de donde parten, como pieza fundamental, la construcción de grandes laboratorios de investigación, que no sólo se convierten en los recintos de práctica para los futuros profesionales que se están formando, sino que son la cuna de la metodología a la que estamos acostumbrados en la actualidad. Son el pábulo de una rápida expansión de nuevos descubrimientos en distintos aspectos de estas ramas científicas, lo que llama la atención de aquellos sectores de la sociedad no necesariamente relacionados con estas disciplinas. Los laboratorios también contribuirán a revolucionar los hábitos pedagógicos de las universidades, cuyas facultades de medicina, química, etc., tendrán no sólo un impulso práctico, sino que comprenderán que la única forma de que el estudiante aprenda su especialidad será su contacto directo a través de experimentos.

No hay que ser un experto en historia de la ciencia para saber que el posicionamiento de Alemania como cumbre tecnológica y científica durante el siglo XIX y principios del siglo XX, coloca a esta nación como una potencia mundial. El avance, pese a lo que se podría esperar, comenzó lentamente, pero cuando la propagación de institucionalización científica comenzó a abrirse paso, el cambio fue notable. Se podría decir que la investigación fisiológica comenzó propiamente entre 1810 a 1830, y en las décadas posteriores es innegable el creciente aumento y contribuciones en esta área. El incremento más notable se puede apreciar entre los años 1870 a 1900. Al iniciar el siglo XX, la contribución alemana comienza a descender, mientras que la norteamericana tiende a despuntar (véase el gráfico):

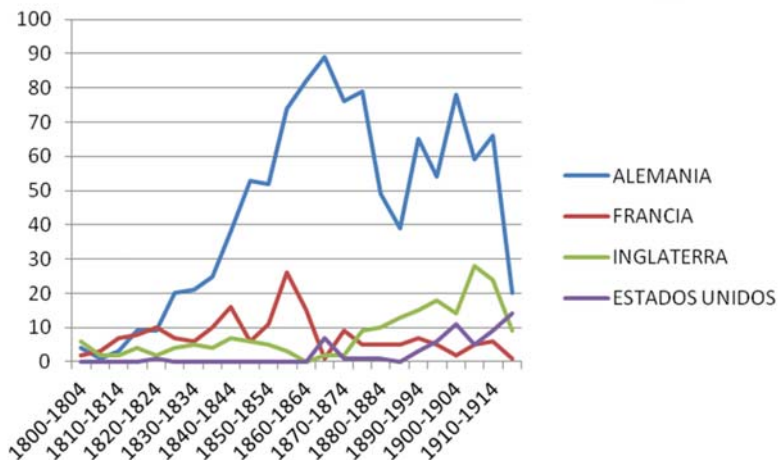


GRÁFICO 1.
Número de contribuciones originales a la fisiología
en Alemania, Francia, Inglaterra y Estados Unidos ²⁰.

El gráfico muestra el incremento de descubrimientos en Alemania frente a otros países. Revisando los acontecimientos relacionados con el estado de la educación alemana a principios del siglo XIX, especialmente en las ramas científicas, se podrá apreciar el vínculo que existe entre los descubrimientos y la atención que brinda el Estado (y las autoridades universitarias) al fenómeno de la institucionalización. Como es notorio en el gráfico, el verdadero cambio viene a mediados de siglo. La institucionalización en Alemania suele dividirse en dos periodos. El primero consiste en sencillos laboratorios de fisiología fundados de 1836 y 1846 que se instauraron en tres ciudades prusianas. Uno de ellos, construido por Jan Purkyně, el conocido fisiólogo de Breslau, envió a Berlín unos diseños para un instituto de demostración experimental. A él se le atribuye el primer laboratorio de fisiología en una universidad alemana, en Breslau, en 1839. El segundo vino en 1843 de la mano del botánico y fisiólogo Karl Heinrich Schultz (1798-1871), y la tercera propuesta vino en 1846, en Bonn, por Julius Budge (1811-1888). Algunas décadas después vino la segunda, y definitiva, ola de institucionalización que está marcada por el gran instituto de Leipzig. “La revolución de institutos es usualmente considerada a partir de quince años después en Leipzig, cuando Carl Ludwig construyó su masivo nuevo instituto que se convirtió en el modelo de once institutos similares que se construyeron en otras universidades de habla alemana entre 1870 y 1890 ²¹”.

Esos recintos son la cuna de los materialistas médicos de los que se ha hablado arriba. Para ellos, el instituto se convierte en el centro de la investigación fisiológica. Los trabajos experimentales que se realizaron dentro de estos locales son de lo más variado. Desde la manipulación (por ejemplo, la estimulación neurológica, que destaca la identificación de distintos nervios espinales), la extirpación de órganos (como la extracción de los nervios de la espina de una rana para el análisis del comportamiento de los reflejos) o análisis químicos de los tejidos. Las investigaciones no se limitaban a la mera observación, sino que perseguían una intervención activa sobre los organismos. Para ello era necesaria la disección, vivisección y el aislamiento de órganos, la perfusión de sustancias químicas y la estimulación (ya fuese química o física). Dado que la precisión se convirtió en uno de los mayores valores de este tipo de experimentos, se implementó el uso de una nueva y gran variedad de aparatos de medición. La metodología tiende al reduccionismo físico-químico y sólo aquello que puede ser sometido a una cuantificación exacta obtiene la categoría de científico. Bajo este escenario, la especulación de la *Natuphilosophie* ya no tiene cabida. Quizá esta es la principal razón por la que estos adelantos en materia química y física, y su relación con las teorías de la vida, sean considerados factores determinantes en la declinación del vitalismo, lo que se da por supuesto en la generación y desarrollo de laboratorios de investigación. También ha sido el fenómeno de la institucionalización, de forma independiente, un arma en contra de las ideas vitalistas, en cuanto a su notable influencia pedagógica. Son el origen de un cambio importante en la educación, en especial los proyectos de investigación que llevaron a los alumnos a formar parte activa en el desarrollo y generación del conocimiento científico. Esto indudablemente debe considerarse un cambio significativo en la estructura educativa. Si existe un laboratorio que puede ejemplificar esta situación, y que fue sucesivamente imitado, se debe hacer referencia al laboratorio de Ludwig en Leipzig.

CARL LUDWIG Y EL INSTITUTO DE FISIOLÓGIA DE LEIPZIG

A comienzo del siglo XIX, la investigación médica se enfrentó a algunos problemas en la implementación del conocimiento químico y físico aplicado a la fisiología: "El rápido progreso de la física y de la química permitían formas de observación más exactas y métodos de medición más precisos que podía aprovechar el fisiólogo. Pero la aplicación de estos métodos se encuentra con grandes dificultades. No existían laboratorios fisiológicos, ni instrumentos, ni técnicos a los que el investigador pudiera acudir ²²". De hecho, cuando Ludwig comenzó su carrera se encuentra con una situación en la que prácticamente había que inventarlo todo, dada una

casi completa la ausencia de institutos de experimentación, técnicas y aparatos.

Es probable que el laboratorio de química de Liebig en Giessen y el laboratorio fisiológico de Bunsen en Marburgo le sirvieran a Ludwig como ejemplos a seguir en la planificación y construcción de su propio laboratorio. No sólo se podría decir que influyeron en el diseño de su instituto, sino en su propia educación. “El físico Bunsen, quien enseñaba química y física en Marburgo y con quien Ludwig intimó, influyó en él significativamente ²³”. La combinación del ingenio de Ludwig, sus múltiples recursos (tanto metodológicos, como técnicos) y su conocimiento de la ciencia física, lo capacitaron para destacar como uno de los mayores investigadores en la historia de la fisiología. Eso se muestra con el desarrollo de sus múltiples aparatos en una época en la que prácticamente se carecía de ellos. Ejemplo de sus inventos fue el quimógrafo, que servía para medir sin interrupción cualquier tipo de movimiento continuo, como los cambios en la presión sanguínea o de los movimientos respiratorios.

Una de las mejores formas de adentrarse en ese impresionante edificio que fue el Instituto de Fisiología de Leipzig, por ser uno de los mejores testimonios que se conservan de éste hasta la fecha, es de la mano de uno de los más destacados discípulos de Ludwig, Henry Pickering Bowditch ²⁴. Durante su estancia en este laboratorio, Bowditch escribió una reseña para la revista *Nature* donde explicaba cómo era el laboratorio y cuál era la actividad cotidiana dentro de aquellas paredes:

El laboratorio de fisiología donde ahora mismo me encuentro trabajando, debe su existencia a la energía del profesor Carl Ludwig y la libertad que brinda el Gobierno de Sajonia. Es universalmente reconocido como el más completo establecimiento de este tipo en Europa, [y por ello] me parecía que de alguna manera tiene el mérito de ser descrito a detalle ²⁵.

La casa tenía la forma de la letra mayúscula “E” y en la mitad del edificio estaba el salón de conferencias que tenía una capacidad para una centena de alumnos. El edificio que se encontraba en el ala derecha alojaba el departamento de microscopía y el ala izquierda al departamento de química. Finalmente, el edificio central era el área de experimentación fisiológica.

La principal idea en el diseño de Ludwig era la de adentrarse en los problemas fisiológicos combinando el estudio de la anatomía de los organismos, por una parte, en coordinación con el conocimiento de los cambios fisicoquímicos que ocurrían en su funcionamiento, por otra. Para él, todo problema fisiológico debe ser estudiado partiendo de la anatomía de un órgano, buscando desentrañar los mecanismos y cambios que se dan dentro de éste y que son de índole físico-químico, mientras se encuentra

funcionando. Para conseguirlo creó distintas divisiones en las que tenía cabida la física, la química y la anatomía (incluyendo aquí la histología). Antes de que se diera el fenómeno de la institucionalización, la mayoría de las cátedras donde se estudiaba fisiología formaban parte de la enseñanza de anatomía, y ahí casi todo el aprendizaje era teórico. El diseño de su laboratorio permitía a cada una de las especialidades estudiar experimentalmente y por separado los mecanismos de los distintos procesos fisiológicos. Esta tendencia anclada al materialismo mecanicista se perpetuará en futuras investigaciones médicas hasta nuestros días. Lo interesante es que cuando se comienza a poner en duda esta perspectiva, en el siglo XX, por médicos como Walter Cannon, Lawrence J. Henderson, John Scott Haldane, Charles Scott Sherrington, y otros, no se cuestionará su aspecto metodológico, sino su carácter epistemológico, es decir, estos nuevos fisiólogos pondrán en duda que el conocimiento de los procesos fisiológicos debe analizarse como una suma de partes separadas. En cambio, propondrán que estos procesos deben entenderse como el todo complejo que son los organismos en sí mismos, dando origen al materialismo holista. Aceptarán de este modo que las técnicas físico-químicas son indispensables para la investigación fisiológica.

En todo caso, lo que expresó especialmente el éxito del laboratorio de Ludwig fue el espíritu que mantenía con su equipo de trabajo, que combinaba de forma proporcionada el trabajo duro y el entusiasmo por la investigación. Sus alumnos podían sentir eso cuando comenzaban a trabajar con Ludwig. Tenía la capacidad de juzgar las habilidades de cada uno de ellos y usarlas en correcto balance a la hora de encomendar las distintas tareas. La enseñanza era tan importante para Ludwig como los mismos experimentos de su instituto. Una de las principales características de su trabajo era que buscaba la unidad en cuanto a teoría y práctica, siempre enfocada al propósito de una correcta instrucción del saber fisiológico. Ludwig transmitía en sus charlas la misma meticulosidad y entusiasmo que caracterizaba todo su trabajo. Sus sesiones eran muy animadas y si a esto le aunamos que en su trabajo cotidiano era una persona muy positiva y accesible, no es de extrañar que se viera en él a “una persona de amplia y profunda cultura [que] era querido por sus discípulos como un maestro ideal”²⁶.

Por muchos años los laboratorios que comenzaron a construirse, primero en Alemania, después por el resto de Europa y finalmente en otros continentes, siguieron el ejemplo del instituto de Leipzig. Eso tiene dos explicaciones. La primera se corresponde al éxito de la teorías mecanicistas enfocadas al estudio de la medicina y, segundo, a la influencia que tuvo este centro en las enseñanzas referentes a la investigación fisiológica que atrajo el interés de muchos investigadores. Se estima que el número de alumnos que llegaron a formar parte del equipo de Ludwig durante su

estancia como director del instituto pudo llegar a trescientos colaboradores²⁷. Su fama rebasó las fronteras de Alemania y tuvo estudiantes de muchos otros países. Hugo Kronecker, uno de sus discípulos, menciona que no era extraño encontrar a un solo alumno alemán dentro de un grupo de nueve a diez investigadores, todos los demás extranjeros²⁸.

Muchos de ellos, al volver de sus respectivas estancias en Leipzig, llevaban los nuevos conocimientos a sus países de origen, propagando la metodología mecanicista a otras partes de mundo y consolidando su éxito. Un trabajo mucho más exhaustivo sería necesario para poder describir con detalle la forma en la que los estudiantes trabajaban con Carl Ludwig, la manera en la que aplicaban las técnicas que de él aprendían y, especialmente, cómo influyó en ellos ese aprendizaje (y el espíritu entusiasta de su maestro) en las propias aportaciones que más adelante consiguieron por su cuenta.

El instituto de Leipzig siguió en pie después de la muerte de Ludwig en 1895. Su sucesor, con una trayectoria y edad notoria (sesenta y un años) fue Ewald Hering. El diseño del edificio que albergaba el laboratorio de Ludwig fue imitado por muchos otros en Alemania. Años después, "el edificio fue destruido [durante] la Segunda Guerra Mundial²⁹".

CONCLUSIÓN

A lo largo de este artículo se ha podido manifestar la importancia que tuvo el fenómeno de la institucionalización para consolidar el materialismo mecanicista. También ha podido mostrarse que uno de los principales representantes de esta postura epistemológica dentro de la fisiología fue Carl Ludwig. Este fisiólogo influyó de manera notoria en la adopción de dicha perspectiva mecanicista en la fisiología en dos sentidos: primero, porque fue la cabeza de la *escuela de los materialistas alemanes*, quienes se enfrentaron radicalmente con las teorías vitalistas. Para ellos, los fenómenos que sucedían dentro de los organismos tenían su origen en la interacción material de los elementos más simples que los componían y éstos eran regidos por leyes físicas y químicas, al igual que en la materia inerte, de tal manera que el estudio por separado de las partes del organismo era la única forma fiable para adentrarse a los enigmas de los procesos fisiológicos. El segundo sentido, y probablemente el más importante, fue la creación de su instituto de Leipzig. Su laboratorio puede ejemplificar claramente el éxito del *fenómeno de la institucionalización* sobre las teorías vitalistas. Por otra parte, el fenómeno está anclado en los adelantos en materia física y química alcanzados previamente al siglo XIX y que se extendieron velozmente a lo largo de dicho siglo. La metodología que se empleó en este recinto fue básicamente la cuantificación y echó mano de técnicas físicas y químicas. Este método es el que Ludwig enseña en Leipzig y así configura

epistemológicamente la postura mecanicista heredándola a sus discípulos. Además, bajo esta perspectiva, los descubrimientos fisiológicos, como se ha podido observar, se incrementaron rápidamente. Tanto fue así, que el modelo del laboratorio de Ludwig se comenzó a imitar en otras partes de Alemania, después Europa y más adelante en otras partes del mundo. Finalmente, la concepción mecanicista se propagó al mismo ritmo que los laboratorios, que no sólo dejó fuera de las instituciones de investigación médica las perspectivas vitalistas, sino que hizo inseparable el estudio de la vida de la experimentación.

NOTAS

- 1 Coleman, W. (1983), *La biología en el siglo XX. Problema de forma, función y transformación*, Fondo de Cultura Económica, México, p. 15.
- 2 Escarpa Sánchez-Garnica, Dolores (2004), *Filosofía y biología en la obra de Claude Bernard*, Universidad Complutense, Madrid, p. 31.
- 3 González Recio, J. L. (2004), *Teorías de la vida*, Editorial Síntesis, Madrid, , p. 193.
- 4 González Recio, J. L., op. cit., p. 209.
- 5 Bichat, M. F. X. (1893), *Indagaciones filosóficas sobre la vida y la muerte*, Imp. de la Administración del Real Arbitro, Madrid, Trad. de la segunda edición francesa por Tomás García Suelto, p. 88.
- 6 Bichat, M. F. X., op. cit., pp. 89-90.
- 7 Mondella, F. (1985), "Biología y filosofía", en L. Geymonat (ed.) *Historia del pensamiento filosófico y científico*, Ariel, Barcelona, vol. II, cap. 4, p.127.
- 8 Comte, Augusto (1973), *Discurso sobre el espíritu positivo (lecciones 1ª y 2ª)*, Aguilar, Buenos Aires, p. 28.
- 9 Birch, Ch. (1983), "Azar, necesidad y propósito", en F. J. Ayala, T. Dobzhansky (eds.), *Estudios sobre la filosofía de la biología*, Ariel, Barcelona, p. 293.
- 10 Darwin, Charles (2001), *El origen de las especies*, Espasa-Calpe, Madrid, pp. 133-134.
- 11 Goodfield, J. (1983), "Estrategias cambiantes: comparación de actitudes reduccionistas en la investigación médica y biológica en los siglos XIX y XX", en F. J. Ayala, T. Dobzhansky (eds.), *Estudios sobre la filosofía de la biología*, Ariel, Barcelona, p. 100.
- 12 Coleman, W., op. cit., p. 220.
- 13 Allen, G. E. (1983), *La ciencia en la vida en el siglo XX*, Fondo de Cultura Económica, México, p. 23.
- 14 Coleman, W., op. cit., p. 255.
- 15 Barona, Josep Lluís (1991), "La fisiología: origen histórico de una ciencia experimental", *Historia de la ciencia y de la técnica*, Akal, Madrid, p. 48.
- 16 El trabajo de Dolores Escarpa (op. cit.) es especialmente minucioso en estos tres factores y conviene su lectura si se pretende conocer de forma más detallada su impacto sobre las teorías vitalistas de los *Naturphilosophen*. Sin embargo, para interés de esta investigación cobra mayor importancia el cuarto factor y por esta razón sólo se ha expuesto aquellos puntos más importantes que ayuden a comprender el contexto del decaimiento de dichas teorías.
- 17 Véase en Ackernecht, Erwin H., *A Short History of Medicine*, en Ackernecht, Erwin H., *Medicine at the Paris Hospital*, en Foucault, Michel, *The Birth of the Clinic: An Archaeology of Medical Perception* o en Jewson, N. D. (1978), "The disappearance of the sick men from medical cosmology, 1770-1870", *Sociology* 10.
- 18 Ackerknecht, Erwin H. (1982), *A Short History of Medicine*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, p. 146.
- 19 Bernard, C. (1973), *Introducción al estudio de la medicina experimental*, Fontanella, Barcelona, p. 337
- 20 Fuente: los datos para la realización del gráfico se obtienen en Sánchez Ron, José Manuel (2007), *El poder de la ciencia*, Crítica, Barcelona, pp. 229-230.
- 21 Kremer, Richard L (1992), "Bulding institutes for physiology on Prussia, 1836-1846", in Cunningham, Andrew; Williamas, Perry (ed.), *The Laboratory Revolution in Medicine*, Cambridge University Press, Cambridge, p. 73.

- 22 Singer, Charles Underwood, E. Aeswort (1966), *Breve historia de la medicina*, Ediciones Guadarrama, Madrid, p. 297.
- 23 Rosen, George (1936), "Carl Ludwig and his american students", *Bulletin of the Institute of the History of Medicine*, The Johns Hopkins University Press, vol. 4, no. 8, p. 613.
- 24 Bajo la influencia de Ludwig, más adelante Bowditch ya de vuelta a Estados Unidos, fundará el primer laboratorio de fisiología del país norteamericano: el laboratorio de Harvard.
- 25 Bowditch, H.P. (1870), "The physiological laboratory at Leipzig", *Nature* no. 3, p. 142.
- 26 Castiglioni, Arturo (1941), *Historia de la medicina*, Salvat Editores [Hispano-Americana], Barcelona, p. 722.
- 27 Zimmer, German H. (1996), "Carl Ludwig: The man, his time, his influence", *European Journal of Physiology*, Berlin, supp. 3, vol. 432, p. R20.
- 28 Kronecker, Hugo (1895), "Carl Friedrich Wilhelm Ludwig. 1816-1895", *Berlin Klinische Wochenschrift*, 32, No. 2, pp. 466-467.
- 29 Ibid.

BIBLIOGRAFÍA

- Ackerknecht, Erwin H. (1982), *A Short History of Medicine*, Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Allen, G. E. (1983), *La ciencia en la vida en el siglo XX*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Barona, Josep Lluís (1991), "La fisiología: origen histórico de una ciencia experimental", *Historia de la ciencia y de la técnica*, Madrid: Akal.
- Bernard, C. (1973), *Introducción al estudio de la medicina experimental*, Barcelona: Fontanella.
- Bichat, M. F. X. (1893), *Indagaciones filosóficas sobre la vida y la muerte*, Imp. de la Administración del Real Arbitro, Madrid, Trad. de la segunda edición francesa por Tomás García Suelto.
- Bowditch, H. P. (1870), "The physiological laboratory at Leipzig", *Nature* no. 3.
- Castiglioni, Arturo (1941), *Historia de la medicina*, Barcelona: Salvat Editores [Hispano-Americana].
- Coleman, W. (1983), *La biología en el siglo XX. Problema de forma, función y transformación*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Comte, Augusto (1973), *Discurso sobre el espíritu positivo (lecciones 1ª y 2ª)*, Buenos Aires: Aguilar.
- Cunningham, Andrew, Williams, Perry (eds.) (1992), *The Laboratory Revolution in Medicine*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Darwin, Charles (2001), *El origen de las especies*, Madrid: Espasa-Calpe.
- Erwin H. (1967), *Medicine at the Paris Hospital*, Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Escarpa Sánchez-Garnica, Dolores (2004), *Filosofía y biología en la obra de Claude Bernard*, Madrid: Universidad Complutense.
- F. J. Ayala, T. Dobzhansky (eds.) (1983), *Estudios sobre la filosofía de la biología*, Barcelona: Ariel.
- Foucault, Michel (1994), *The Birth of the Clinic: An Archaeology of Medical Perception*, NY: Vintage.
- González Recio, J. L. (2004), *Teorías de la vida*, Madrid: Editorial Síntesis.
- Jewson, N.D. (1978), "The disappearance of the sick men from medical cosmology, 1770-1870", *Sociology* 10.
- Kronecker, Hugo (1895), "Carl Friedrich Wilhelm Ludwig. 1816-1895", *Berlin Klinische Wochenschrift* 32, no. 2.
- L. Geymonat (ed.) (1985), *Historia del pensamiento filosófico y científico*, Barcelona: Ariel.
- Rosen, George (1936), "Carl Ludwig and his American students", *Bulletin of the Institute of the History of Medicine*, The Johns Hopkins University Press, vol. 4, no. 8.
- Sánchez Ron, José Manuel (2007), *El poder de la ciencia*, Barcelona: Crítica.
- Singer, Charles, Underwood, E. Aeswort (eds.) (1966), *Breve historia de la medicina*, Madrid: Ediciones Guadarrama.
- Zimmer, German H. (1966), "Carl Ludwig: The man, his time, his influence", *European Journal of Physiology*, Berlin, supp. 3, vol. 432.