

---

# LOS HECHOS Y LAS HIPÓTESIS EN LA FISIOLÓGÍA FRANCESA DEL SIGLO XIX

JOSÉ LUIS GONZÁLEZ RECIO

---

## ABSTRACT. FACTS AND HYPOTHESIS IN FRENCH NINETEENTH-CENTURY PHYSIOLOGY

The historiographical studies focused on French nineteenth-century physiology have eventually enshrined the thesis that the need to resort to hypotheses was assumed and proclaimed for the first time within the works and scientific practice of Claude Bernard (1813-1888). His teacher, François Magendie (1783-1855), is presented as a figure that fights against vitalism and that, devoted to an absolute empiricism, only admits the bare facts as constitutive elements of science. He accepted generalizations—as long as they were not premature—from what he called *materials collected within experience*, but rejected that ideas or hypotheses could lead the scientific path. Although this image of Magendie is widely shared—and was even prompted by some of his statements—this paper aims to show precisely that it is an image that does not correspond to reality. Magendie did know the crucial role of hypotheses within physiological research. Not only that; he used them extensively in his scientific work and in his activity as a researcher committed to the implementation of experimental physiology.

KEY WORDS. Magendie, observation, facts, hypotheses, experimental method, nineteenth century scientific physiology.

---

## EL ORIGEN DEL EQUÍVOCO

La fisiología experimental vivió en el siglo XIX un periodo de indiscutible afianzamiento y desarrollo. Es cierto que los anteriores intentos de construir una nueva ciencia de las funciones orgánicas, llevados a cabo dos siglos antes por Descartes, los iatromecánicos, William Harvey o Thomas Willis, supusieron una anticipación notable. Mas debe afirmarse que la fisiología moderna nació y adquirió credenciales auténticamente científicas a lo largo del siglo XIX. La empresa tuvo en su conjunto un carácter europeo, donde dos países aportaron mayor empeño y mayor capacidad a su puesta en marcha: Alemania y Francia. La fisiología alemana contó, en efecto, con investigadores de gran relieve como Johannes Peter Müller, Hermann von Helmholtz, Carl Ludwig o Emile du Boys-Reimond; las

---

Departamento de Filosofía Teórica, Facultad de Filosofía, Universidad Complutense de Madrid, España. /jlrg@filos.ucm.es

aportaciones francesas corrieron a cargo de figuras no menos relevantes, destacando entre ellas las de François Magendí, Claude Bernard o Edme Félix Alfred Vulpian. Encontramos, asimismo, nombres dignos de ser tenidos en cuenta en Gran Bretaña o en Suiza. Marshall Hall y Moritz Schiff son destacados ejemplos de ello. No obstante, los trabajos emprendidos y los resultados obtenidos en Francia y Alemania tuvieron un valor, una continuidad y una amplitud que merecen ser subrayados. La fisiología experimental norteamericana, cuyos primeros pasos significativos se dan también en la segunda mitad del siglo dentro de la Universidad de Harvard, es deudora de la formación europea que su principal animador, Henry P. Bowditch, había recibido en los laboratorios dirigidos por Claude Bernard y Carl Ludwig.

Este proceso de consolidación de la disciplina manifestó algunos rasgos comunes en Francia y Alemania. La fisiología necesitó emanciparse de los vitalismos que habían orientado las teorías sobre los seres vivos en las universidades francesas —especialmente en la Universidad de Montpellier<sup>1</sup>— al tiempo que la especulación incontrolada de la *Naturphilosophie*<sup>2</sup> hubo de ser detenida y abandonada en los centros germanos. Formó parte también de ese camino paralelo la tesis según la cual era importante liberar a la fisiología de su dependencia respecto de la anatomía. La confluencia con la química biológica exigía interpretar los fenómenos de la vida como fenómenos no dependientes de la forma orgánica, anulando —o al menos amortiguando— la gran influencia que la morfología idealista —tanto alemana como francesa<sup>3</sup>— había ejercido sobre las teorías en torno a las funciones biológicas. Junto a todo ello, resultaba muy importante definir con claridad la naturaleza de la observación y la experimentación en esta rama de las ciencias de la vida, puesto que su meta era dotarse de una práctica experimental homologable a la alcanzada por otras ciencias de la naturaleza. Tal cuestión fue objeto de análisis, no sólo en las obras de Magendí, Bernard, Helmholtz o Ludwig, sino también en el debate metodológico y epistemológico sobre la ciencia natural que se suscitó dentro del Reino Unido, con aportaciones como las realizadas por William Whewell, John Herschel o John Stuart Mill<sup>4</sup>.

La biología vitalista encontró en Francia una contestación beligerante y de grandes consecuencias en las tesis positivistas de Auguste Comte, que había nacido precisamente en la localidad de Montpellier. Junto a consideraciones generales que se proyectaban sobre los estadios por los que había pasado la humanidad a lo largo de la historia, la jerarquía de las ciencias o la idea de progreso, su *Cours de philosophie positive*, publicado entre 1830 y 1842, contenía un dictamen claro sobre cuestiones estrictamente biológicas. En la Lección 41 de el Course puede leerse:

estos espíritus ambiciosos —Comte se refiere a los citólogos alemanes— han intentado penetrar más allá del término natural de la analogía anatómica, esforzándose por formar el mismo tejido generador a partir del quimérico e ininteligible ensamblaje de una especie de mónadas orgánicas que serían, por tanto, los verdaderos elementos primordiales de todos los cuerpos vivientes [...] A mi entender, resultaría imposible imaginar en el orden anatómico una concepción más profundamente irracional y que fuese más apropiada para entorpecer directamente el verdadero progreso de la ciencia <sup>5</sup>.

El filósofo francés consideraba inaceptable lo que llamaba “anatomía metafísica alemana” por tres motivos: por ser alemana, por ser metafísica y por abandonar los límites del estricto método positivo, al emplear un medio de investigación equívoco, como el microscopio, que no aseguraba la fiabilidad de las observaciones con él realizadas. Por si todo esto fuera poco, los citólogos alemanes pretendían convertir a la célula en la real unidad de estructura y función de los seres vivos. Situaban, en efecto, a una entidad morfológica en el centro de la teoría sobre la vida, como ya había hecho la anatomía idealista. Así pues, la reacción antivitalista francesa encontró un potente cauce en el pensamiento de Comte y en su rechazo de cualquier propuesta especulativa que pretendiera incorporarse a la ciencia. Charles Philippe Robin, primer profesor de histología de la Facultad de Medicina de París, compartió la actitud de Comte frente a la teoría de la célula. Llegó a convertirse en un hábil microscopista, pero nunca dejó de exhibir su abierta oposición a la teoría celular; siempre estuvo seguro de cuál era la elección correcta, si ésta había de hacerse entre *ciencia positiva y anatomía metafísica alemana* <sup>6</sup>.

Podrá entenderse que en semejante contexto la definición precisa de qué era un hecho dado en la experiencia, qué constituía una auténtica observación, dónde se hallaban los límites de lo observable o cómo había que entender el ejercicio riguroso de la experimentación se convirtieran en cuestiones de gran relevancia para la ciencia en general y muy particularmente para la fisiología. Tuvo que ser así, puesto que esta última debía acreditar su legitimidad como empeño científico mediante avales que asegurasen un sometimiento sin matices a la confirmación empírica. La época de la especulación y de los sistemas inverificables tenía que dejar paso al tiempo de la fidelidad a los fenómenos, a lo dado, a lo contrastable. Si nos ceñimos a la fisiología francesa, fueron Magendi y Bernard quienes más se comprometieron con la edificación de una fisiología presidida por la observación rigurosa y por la experimentación. Toda la obra de Bernard —en especial su *Introduction a l'étude de la médecine expérimentale* <sup>7</sup>— se nos muestra como un esfuerzo tenaz por expulsar de la fisiología a las doctrinas que no pudiesen presentar credenciales obtenidas en experiencias fiables y controladas. De hecho, los dos primeros capítulos de la obra están

dedicados a la presentación analítica y meticulosa de cuatro nociones: *observation*; *expérience*; *idée a priori*, y *raisonnement expérimental* <sup>8</sup>. Se distingue allí entre la observación pasiva y la observación provocada en el marco de un experimento; se establecen las diferencias que separan a la inducción y la deducción en la práctica científica; se reserva el valor de la objetividad a aquellos enunciados que muestren su soporte empírico; se describe en detalle qué debe entenderse por razonamiento experimental, o se muestra la necesidad de que el científico acuda a *idées a priori* —es decir, a hipótesis— que guíen, que dirijan la investigación, pues “la idea experimental es también una idea *a priori*, pero que se presenta bajo la forma de una hipótesis cuyas consecuencias deben ser sometidas a un examen experimental a fin de juzgar su valor”<sup>9</sup>. Se trata, entonces, de perfilar con cuidado qué cabe entender por una hipótesis merecedora de ser tenida en cuenta dentro de la investigación experimental. Y el veredicto es inequívoco: solo aquellas hipótesis susceptibles de ser sometidas a un control empírico pueden entenderse como hipótesis científicas:

El metafísico, el escolástico y el experimentador proceden todos empleando una idea *a priori*. La diferencia consiste en que el escolástico impone su idea como una verdad absoluta que ha encontrado y desde la cual deduce acto seguido, por la mera lógica, todas sus consecuencias. El experimentador, más modesto, plantea al contrario su idea como una pregunta, como una interpretación anticipada de la naturaleza, más o menos probable, de la que deduce lógicamente ciertas consecuencias que confronta en cada instante con la realidad por medio de la experiencia <sup>10</sup>.

Hipótesis como la de la *fuera vital*, incontrastable por su propia naturaleza, son las que no tienen cabida en el programa para una fisiología científica. Pertenecen a la esfera de los sistemas metafísicos o de las doctrinas puramente especulativas. Sin embargo, las hipótesis contrastables cumplen un servicio crucial en el trabajo que realiza el fisiólogo, pues guían la investigación señalándole un camino preciso, incorporan una propuesta explicativa y sufren finalmente la sanción de los hechos. Tal apelación a las hipótesis tiene, además, un significado añadido: sitúa la labor experimental —al incluirlas— en un nivel al que no llega la simple observación. Esta última cumple también un papel incuestionable dentro de los métodos que el científico utiliza, pero es ciega y poco fértil si no está conducida por una idea que la oriente y que, una vez confirmada por la experiencia, brinde la explicación que justifica los hechos que ya se conocían por observación. La ciencia natural —la fisiología en este caso— no puede considerarse regida por los códigos de un estrecho empirismo dogmático que excluya el recurso a las hipótesis. “Una idea anticipada o una hipótesis es, así, el punto de partida necesario de todo razonamiento experimental <sup>11</sup>”.

Sin duda existen ciencias descriptivas donde el papel de la observación posee un valor primario. La anatomía o la astronomía observacional pueden servir para ilustrarlo. Sin embargo, las ciencias estrictamente experimentales precisan valerse de la invención de hipótesis para ser explicativas. Si la fisiología estaba llamada a convertirse en una verdadera ciencia experimental, requeriría el uso permanente de hipótesis verificables.

Los estudios historiográficos centrados en esta fase de la fisiología han terminado consagrando como cierta la tesis de que, en Francia, ese requisito metodológico —la absoluta necesidad de las hipótesis— fue asumido y proclamado por primera vez dentro de las obras y de la práctica científica de Bernard. Su maestro, François Magendi, aparece como una figura que lucha contra el vitalismo y que abre las puertas a una teoría madura de las funciones orgánicas basada en la experiencia. La opinión predominante es, sin embargo, que pese a que Magendi había marcado el camino, corresponde a Bernard la culminación del método experimental en la fisiología francesa y que, asimismo, hay que adjudicarle la paternidad de la idea de que sin hipótesis —según hemos visto— no cabe admitir que la investigación sea posible. Los estudios que aceptan este doble nivel de compromiso con la experiencia —descartando las hipótesis (Magendi) o, por el contrario, considerándolas imprescindibles (Bernard)— son abundantes <sup>12</sup>.

Maestro y discípulo fueron responsables de semejante relato, pues uno y otro favorecieron con sus afirmaciones —frecuentemente rotundas— esta descripción de sus respectivos papeles. Según Bernard, mientras trabajó con su mentor escuchó a diario la encendida justificación que éste hacía de un empirismo militante y radical. Magendie —pretende Bernard— defendía y practicaba un empirismo intransigente, enemigo de cualquier sistematización teórica, ya fuera promotora o resultado de la observación. Admitía las generalizaciones —siempre que no resultaran prematuras— a partir de lo que llamaba *materiales recogidos en la experiencia*, pero rechazaba que las ideas o las hipótesis pudieran marcar el camino del científico. Los hechos debían hablar por sí mismos, sin estar asociados a ninguna noción preconcebida, porque la verdad termina mostrándose en ellos. Bernard recuerda haberle oído comentar: “cada uno suele compararse en su esfera con alguien o algo más o menos grandioso, con Arquímedes, con Miguel Ángel, con Newton, con Galileo, con Descartes. Luis XIV se comparaba con el Sol. Yo soy mucho más humilde; yo me comparo con un trapero, con mi gancho en la mano y mi cesta a la espalda, recorriendo el dominio de la ciencia y recogiendo lo que encuentro <sup>13</sup>”. Declaraciones de este tipo le son atribuidas una y otra vez, haciendo de él un empirista absoluto:

Magendie fue uno de esos experimentadores absolutamente empíricos que intentaba no introducir ni el menor indicio de razonamiento en la observación ni la experimentación. Hacía sus experimentos *para ver*, sin ningún tipo de ideas previas. Según él, los razonamientos sólo servían para engañarnos o desorientarnos, y defendía que los hechos se explicaban por sí mismos mediante la simple comparación. Para explicar su disposición de ánimo, Magendie tenía por costumbre decir: “cuando experimento, no tengo más que ojos y oídos, carezco absolutamente de cerebro”<sup>14</sup>.

El propio Magendie contribuyó, una y otra vez, a consagrar su imagen de empirista obcecado en la condena de las hipótesis. Basten estas palabras para acreditarlo: “una vez lanzada en el campo de las hipótesis, la imaginación se extravía sin poder fijarse; itanto repugna al orgullo del hombre detenerse!, pese a que la naturaleza le diga: tú no irás más lejos<sup>15</sup>”. Podrían darse muchos otros ejemplos. Todos son del mismo tenor y han servido para convertir en indiscutible esa actitud beligerante contra las hipótesis que se atribuye al fisiólogo de Burdeos. Pese a que tal forma de ver las cosas es ampliamente compartida, las siguientes páginas pretenden mostrar precisamente lo contrario.

Magendie conoció la función crucial de las hipótesis dentro del método experimental. No sólo eso. Utilizó profusamente las hipótesis en su labor investigadora y en su actividad como fisiólogo. Lo hizo, además, empleándolas con las mismas metas que Bernard les reservaba: guiar a la observación, servir de fundamento a la explicación de los hechos y ser susceptibles de contrastación. Como vamos a tener ocasión de comprobar, solo es necesario leer sus textos para confirmarlo más allá de cualquier duda.

La fisiología experimental, con todos sus recursos metodológicos, inicia el camino en Francia a través de la labor que desarrolló François Magendie. Es verdad que Bernard consigue sacar a la luz cada componente de la investigación, explicitar cada paso que se da en el recorrido de la indagación científica, acuñar los términos que nombran a esos elementos, pero ninguno de ellos falta en la práctica desarrollada por su maestro. Los dos trabajaron con el mismo método, si bien es cierto que solo Bernard quiso expresar de modo sistemático esas pautas metodológicas a que se atuvieron.

Partimos ahora, pues, hacia la satisfacción de un doble objetivo: 1) hacer patente que las hipótesis puramente especulativas, vinculadas a las doctrinas o los sistemas, fueron rechazadas por ambos fisiólogos, dada su falta de respaldo empírico, y 2) comprobar que en su otra acepción, es decir, como ideas rectoras de la práctica experimental, las hipótesis fueron no sólo utilizadas por Claude Bernard, sino reiteradamente formuladas y empleadas por Magendie para articular su actividad investigadora y encontrar la respuesta a muchos problemas convertidos en centro de su

atención cuando se entregaba al razonamiento experimental. No importan tanto las declaraciones programáticas sino los hechos y, en este aspecto, a Magendie debe juzgársele por lo que hacía, no por lo que decía que hacía: *you are what you do, not what you think or say*.

#### LAS HIPÓTESIS EN EL RAZONAMIENTO EXPERIMENTAL

Antes de explorar los textos del maestro de Bernard, así como su efectiva labor investigadora, es importante ahondar en las nociones de *observación*, *experiencia*, *experimento*, *razonamiento experimental* e *hipótesis*, de acuerdo a cómo son empleadas en el contexto que nos ocupa. Como ha sido adelantado, es Claude Bernard quien con su fino bisturí intelectual las define y caracteriza a lo largo de las primeras páginas de la *Introduction a l'étude de la médecine expérimentale* <sup>16</sup>. En la *observación pasiva*, el fisiólogo no está conducido por una idea preconcebida. Constata simplemente los fenómenos. Una enfermedad endémica en un país cualquiera se ofrece a la observación del médico. Es una observación pasiva, en efecto, y por ello diferente a la que ese mismo médico realiza cuando viaja a otro país cercano, para comprobar qué ocurre si varían las circunstancias higiénicas. Bernard habla en este caso de *observación activa*. Se refiere entonces a que dicha segundo modo de observación se realiza a partir de una idea preconcebida <sup>17</sup>. A mi entender, en este punto se hace necesaria una precisión. Es posible concebir observaciones activas que no comporten en absoluto una idea preconcebida. Supongamos que un fenómeno C es precedido de otros fenómenos A y B. Si seguimos el método de la diferencia de Mill, podemos, de manera activa, suprimir sucesivamente uno de los dos fenómenos antecedentes (A o B) o incluso ambos para observar si el fenómeno C tiene lugar o no. La prueba, sin duda activa, pretende establecer las condiciones de aparición del fenómeno C, pero no implica forzosamente el manejo de una idea preconcebida. Trabajamos suprimiendo al azar condiciones antecedentes. Se podría sostener que en la selección de las condiciones antecedentes ya empleamos ideas preconcebidas para elegir las que nos parecen relevantes. Aun así, el hecho es que semejante selección *podría* estar basada de nuevo en observaciones anteriores sin que una idea preconcebida hubiese tenido papel alguno en ellas. El uso de este método inductivo pone en juego ideas para organizar la observación, pero que no tienen que ver con una apuesta explicativa sobre los fenómenos observados. La modificación de las condiciones antecedentes puede ser aleatoria y perfectamente ciega.

De este modo, cabe identificar la observación activa con lo que podría llamarse la realización de una experiencia. En efecto, es habitual referirse a la puesta en práctica de una experiencia cuando quien la programa controla en algún sentido o determina los fenómenos. Lo que Bernard

desea explicar es que la observación no ha de ser siempre y por fuerza pasiva, esto es, mera recepción de datos que espontáneamente la naturaleza nos presenta. Podemos concebir —qué duda cabe— observaciones en las que el científico se entrega a su trabajo modificando las mismas condiciones de la observación y hasta el marco de hechos que rodean al problema a que se enfrenta. En pocas palabras: caben las observaciones provocadas y que comportan la acción del investigador. Ahora bien, lo que me parece importante añadir es que todo ello no implica *necesariamente* la propuesta de una idea directriz —como el mismo Bernard la llamaría. Podemos valernos de ella, sin duda, y entonces entramos en otro nivel metodológico que examinaremos muy pronto. Caben, en suma, experiencias sin hipótesis. Imaginemos que mi perro presenta una *atopia* cuyo factor desencadenante desconozco. Puedo *hacer la experiencia* de modificar aleatoriamente su dieta para observar si el problema mejora, sin emplear ninguna hipótesis. Cabría denominar a este proceder como forma de *observación activa* o *experiencia*. En todo caso, lo que quiero en este momento es hacer notar que, con independencia de cómo llame al procedimiento, lo estaré ejecutando sin formular ninguna idea preconcebida, idea directriz o hipótesis.

La *experiencia* [...] implica, según los fisiólogos mismos, la idea de una variación o de un trastorno *intencionalmente* provocado por el investigador en las condiciones de los fenómenos naturales. Esta definición corresponde, en efecto, a un grupo numeroso de experiencias que se practican en fisiología y que podrían llamarse experiencias por destrucción. Tal forma de experimentar, que se remonta a Galeno, es la más simple, y debió presentarse al espíritu de los anatomistas deseosos de conocer en el ser vivo la utilidad de las partes que se habían aislado mediante la disección del cadáver. Para ello, se suprime un órgano del ser vivo por su sección o ablación y se juzga, según el trastorno producido en el organismo entero o en una función especial, cuál es su función<sup>18</sup>.

La situación no es muy diferente en lo que concierne al *experimento*. Una observación activa podría entenderse como un experimento. De nuevo aquí el aspecto crucial es decidir si se requiere o no la formulación de una hipótesis que lo guíe. Si se emplease, el papel del experimento consiste precisamente en someter a prueba la hipótesis, en contrastar su posible valor a través de la observación activa. La hipótesis implica ciertos hechos observables que el investigador procura corroborar. En caso de que se den, la hipótesis adquiere verosimilitud, si bien, como sabemos, la estructura lógica del razonamiento implicado nos impide hablar de que la hipótesis haya sido *probada*<sup>19</sup>. Imaginemos que un médico cree que tiene ante sí una infección microbiana de cierto tipo. Su hipótesis podría ser que el tratamiento de la enfermedad con un antibiótico específico —digamos Atb— debería eliminar la infección; y el experimento consistiría en administrar



dicho antibiótico para observar luego los resultados. Quizá sea este el sentido en que con mayor propiedad hablamos de *experimento*. No obstante, no es infrecuente emplear el término para referirse a pruebas, a observaciones activas en las que el manejo de las condiciones de la observación se realiza, según hemos visto, de manera aleatoria y sin hipótesis alguna. Un náufrago, en una isla cuyos árboles frutales desconoce, puede hacer el *experimento* de alimentarse con una u otra fruta para averiguar cuáles son comestibles y cuáles no, lo que constituye experimento sin duda arriesgado. Aun así, el uso habitual de la noción de experimento parece incluir la idea de la función esencial que en él juega siempre una hipótesis. De esa manera deben cumplirse los siguientes requisitos: 1) proceso de familiarización con un problema al que se quiere dar respuesta; 2) invención o abducción de una hipótesis cuyo valor explicativo se desea someter a prueba; 3) delimitación de las condiciones en que tal hipótesis puede testarse; 4) establecimiento instrumental de dichas condiciones, y 5) observación posterior de si las consecuencias que se siguen de la hipótesis se dan o no. Si todo lo anterior ha tenido lugar, podemos decir que estamos ante un experimento orientado por una hipótesis. Un experimento con estas características, y que formula unas conclusiones, representa un razonamiento experimental o, si se prefiere, un razonamiento experimental es una inferencia basada en la realización de un experimento cuyo eje medular es una hipótesis. Ocurre aquí lo mismo que hemos visto al valorar los significados del término "experimento". Podemos —en un sentido débil— decir que el náufrago que no emplea ninguna hipótesis al seleccionar la fruta con que se alimenta realiza un razonamiento experimental, al determinar mediante una prueba activa qué frutas puede seguir comiendo. Con todo, el uso más extendido y común en metodología de la ciencia del concepto de *razonamiento experimental* está asociado a la función capital que dentro de él desempeña siempre una hipótesis.

Por otro lado, Bernard es tajante cuando tiene que caracterizar los rasgos que definen a una hipótesis digna de ser entendida como científica y pertinente dentro de la fisiología experimental.

Las ideas experimentales, como veremos más tarde, pueden nacer a propósito de un hecho observado por azar, bien a continuación de un ensayo experimental, bien como corolarios de una teoría admitida. Lo único que hay que hacer notar por el momento es que la idea experimental no es en absoluto arbitraria ni sólo imaginaria, y siempre debe tener un punto de apoyo en la realidad observada, es decir, en la naturaleza. La hipótesis experimental, en una palabra, debe siempre estar fundada en una *observación* anterior. Otra condición esencial de la hipótesis es que sea tan probable como posible y que se pueda verificar experimentalmente. En efecto, si se formulase una hipótesis que la experiencia no pudiera

verificar, se saldría por ello mismo del método experimental, para caer en los defectos de los escolásticos y de los sistemáticos <sup>20</sup>.

El vitalismo había propuesto una hipótesis —la de la fuerza vital— que por su propio carácter era inverificable. Pertenecía al dominio de los sistemas y las doctrinas. En manos de Bichat, incluso se había multiplicado concretándose en fuerzas vitales distintas en cada tejido. Su *Anatomie générale appliquée à la physiologie et à la médecine*, de 1801, hace de la libre y espontánea actuación de tales fuerzas el motor de la actividad fisiológica. Es claro que la existencia de semejantes principios activadores queda fuera de la observación y, por consiguiente, de la verificación. Se postula, además, que son absolutamente espontáneos e impredecibles, y ello significa que las leyes biológicas, si es que se dieran, no pueden imponerse al curso de esas fuerzas libérrimas. Dichas hipótesis metafísicas, especulativas, serán las que Bernard pretenderá expulsar de la investigación científica. Lo cierto, sin embargo, es que François Magendie había mantenido el mismo criterio muchos años antes. Se preguntaba si no era suficiente con una sola fuerza vital, y añadiría después: “pero, ¿no es incluso demasiado esta fuerza? ¿No es ella una simple hipótesis <sup>21</sup>?”

La fuerza vital es para Magendie, en efecto, una simple hipótesis. Hay, fuera de toda duda, una perfecta continuidad en la actitud que maestro y discípulo tienen frente a esta clase de hipótesis que son fruto de la especulación incontrolada. Los dos están decididos a impedir su presencia en la nueva fisiología experimental por la que abogan. Magendie se lamenta de que en vez de tomarse a la observación como guía, lo habitual sea que las ideas preconcebidas oscurezcan la investigación; “que en vez de intentar conocer e interpretar las leyes de la naturaleza, el hombre se haya esforzado, por una suerte de delirio, en imponer las suyas <sup>22</sup>”. Insiste en que prefiere, antes que recurrir a una hipótesis, reconocer que no puede dar una explicación o en que la solución a los problemas debe venir de los hechos y no de las hipótesis <sup>23</sup>. Así las cosas, lo que hará Bernard será enfatizar esta guerra de su maestro contra las hipótesis, pretendiendo que Magendie descartaba por igual *toda clase de hipótesis o supuestos* en la investigación experimental, y ello sin matices, sin separar las hipótesis verificables de las que no lo son. Esa ha sido la actitud que se le ha atribuido y que la historia ha consagrado, sin analizarla en profundidad. Una interpretación recogida aún en la monografía más reciente que se ha escrito sobre él, donde puede leerse:

Es esta insistencia sobre el papel de la hipótesis en la investigación experimental lo que distingue verdaderamente las respectivas filosofías de Claude Bernard y François Magendie. Este último manifestó un enorme desprecio por las generalizaciones o las elaboraciones teóricas, por la posibilidad de que la hipótesis pudiese jugar un papel motor en la programación de las experiencias

en fisiología. Por el contrario, Claude Bernard hizo de la hipótesis el requisito previo necesario a toda indagación experimental fructuosa<sup>24</sup>.

Lo que el presente trabajo pretende mostrar es que tales afirmaciones están muy lejos de la verdad; que Magendi empleó, y en abundancia, en el diseño de sus experiencias, hipótesis, conjeturas o suposiciones que luego verificaba. Es más, ofreció el experimento como medio para su corroboración y, una vez confirmadas, tales hipótesis, conjeturas o suposiciones eran por él consideradas como la clave para explicar los hechos. Vamos a tener ocasión de comprobarlo en detalle dentro del próximo apartado, pero vaya por delante una declaración que hace en sus *Leçons sur les phénomènes physiques de la vie* —que reproduzco con toda la fuerza que tiene en el francés original: “On a vu des hommes qui jouissaient du singulier privilège de faire des suppositions que, plus tard, l’expérience est venue confirmer; mais c’est seulement alors qu’elles ont eu définitivement droit de domicile dans la science<sup>25</sup>”. Las suposiciones confirmadas por la experiencia merecen el privilegio de tener su morada en la ciencia y François Magendie gozó del privilegio de formular tales suposiciones, conjeturas o hipótesis, luego corroboradas, sin que, como Bernard, concediera ningún papel en la ciencia a las hipótesis meramente especulativas e incontrastables.

#### LAS HIPÓTESIS EN LA LABOR INVESTIGADORA DE FRANÇOIS MAGENDIE

Voy a proponer un acercamiento a cuatro textos fundamentales que ilustrarán la concienzuda utilización de hipótesis por parte de François Magendie en el seno de la investigación experimental. Son los siguientes: *Examen de l’action de quelques végétaux sur la moelle épinière* (1809); *Précis élémentaire de physiologie* (1816-17); *Recherches physiologiques et cliniques sur l’emploi de l’acide prussique ou hydro-cyanique dans le traitement des maladies de poitrine, et particulièrement dans celui de la phthisie pulmonaire* (1819), y *Leçons sur les fonctions et les maladies du système nerveux* (1839). Dentro de cada uno tendremos ocasión de ver en acción una práctica experimental comprometida con la formulación de hipótesis; con la deducción de sus consecuencias observables, y con la posterior verificación de las mismas. Ello debería conducir al abandono de la reiterada visión que se tiene de él como empirista recalcitrante y enemigo de cualquier conjetura que pudiera guiar el trabajo en el laboratorio. Cuando la inercia se apodera de la interpretación de los hechos históricos, es verdad, resulta difícil revertirla. Aun así, basta asomarse a las obras del fisiólogo de Burdeos y a la labor que en ellas se describe, para encontrar a un científico que emplea continuamente suposiciones, hipótesis y conjeturas y que acude al razonamiento experimental en toda su extensión y con todos sus elementos. Es por

ello por lo que puede otorgársele con justicia el título de fundador de la fisiología experimental en la Francia del siglo XIX.

En su *Examen de l'action de quelques végétaux sur la moelle épinière*, aparecido en 1809, explica Magendie cómo se contrae el tétanos y las vías por las que “el veneno <sup>26</sup>” discurre a través del organismo, produciendo después grandes contracciones musculares y más tarde la muerte. Parte de observaciones activas. En distintos animales, ha abierto el sistema venoso y el arterial, que contienen una sangre muy oscura, casi negra. Su idea —si bien *debe ser confirmada*— es que los tejidos absorben el agente infeccioso, permitiendo que llegue al torrente sanguíneo. Más tarde, el corazón lo distribuye por todo el organismo, haciendo que alcance la médula —momento en que sobrevienen los ataques convulsivos y la muerte. La velocidad de esta serie de fenómenos, cree Magendie, que depende de la capacidad de absorción de los tejidos en contacto con el veneno. Para ello concibe la siguiente prueba, que somete a contrastación. Si elegimos un lugar del organismo con gran capacidad de absorción, e inyectamos en él el veneno, éste alcanzará la médula espinal con mayor rapidez y producirá antes las convulsiones y la muerte. Con dicho propósito, disuelve en agua una pequeña cantidad de veneno que hace llegar al peritoneo de una perra a través de una incisión que practica en la túnica vaginal. Su idea resulta confirmada: “el efecto no se hizo esperar, pues veinte segundos después de la inyección la perra presentó todos los fenómenos descritos más arriba, con esta diferencia: que su sucesión fue extremadamente rápida y que la muerte sobrevino en el tercer ataque <sup>27</sup>”. Debe ser subrayado que la técnica experimental sobrepasa aquí lo que pudiera entenderse como una simple observación activa. Se concibe una hipótesis —la enfermedad se adquiere al ser absorbido el veneno por los tejidos y pasar al torrente circulatorio, y llega así a la médula— que, de confirmarse, proporcionaría la explicación de los hechos observados y, dada su naturaleza, se deduce que cuanto más rápida sea la absorción, con mayor rapidez llegará el veneno al sistema nervioso central y producirá sus efectos. Se diseña entonces un experimento bajo la siguiente deducción realizada a partir de la hipótesis: la inyección del agente patógeno en una zona del organismo donde la absorción sea muy rápida vendrá seguida de una rápida aparición de los síntomas. El experimento se efectúa y la hipótesis queda confirmada. La explicación conjetural ha sido validada experimentalmente. Pero Magendie quiere estar más seguro de su valor. En realidad, si ésta sugiere que el veneno entra en el sistema circulatorio y produce sus efectos al llegar a la médula espinal, la rapidez de esos efectos no sólo dependerá de la velocidad de absorción de los tejidos: la inyección del veneno en un vaso desde el cual haya un corto recorrido hasta la médula, tendría que acelerar mucho todo el proceso. Algo de

nuevo implicado por la hipótesis y que desea validar mediante otro experimento:

¿Era la circulación el medio por el que el veneno actuaba sobre la médula espinal? Las experiencias siguientes responderán, espero, de manera satisfactoria a esta cuestión. Ocho gotas de veneno disuelto, inyectadas en la vena yugular de un caballo vigoroso, causaron casi instantáneamente un tétanos, seguido de la muerte, en menos de tres minutos. Al provocar el miedo del animal una circulación muy rápida, y no teniendo el veneno nada más que un camino muy corto para llegar a la médula espinal, se entiende fácilmente la prontitud con que sobrevinieron los efectos. Si se hiciera recorrer al veneno una ruta más larga y más difícil, cabe presumir que los efectos de su acción se desarrollarían con menor rapidez <sup>28</sup>.

Guiado por su hipótesis, realiza este nuevo experimento en un perro, e inyecta el veneno en la arteria crural. El camino hasta la médula pasa entonces por las diferentes ramificaciones de dicha arteria, por el sistema venoso, por el tejido capilar del pulmón, por el corazón, para volver a ingresar en el sistema arterial y llegar finalmente al sistema nervioso. Un largo recorrido que la sangre tarda siete minutos en hacer, hasta que aparecen las contracciones tetánicas. La inyección del veneno en la yugular y en la arteria crural sólo adquieren sentido bajo la existencia de la hipótesis. No son ensayos aleatorios, ciegos, desvinculados de cualquier suposición. Claramente, la conjetura de que la circulación conduce el veneno hasta la médula aparece como una explicación posible, si bien en principio es sólo una hipótesis. Ahora bien, se trata de una hipótesis contrastable. Basta deducir de ella sus consecuencias observables y hacer los experimentos adecuados para confirmarlas. Las inyecciones en distintos lugares del sistema circulatorio cumplen tal función. Nos encontramos, pues, ante un razonamiento experimental con todos sus ingredientes. Nos hallamos ante el ejercicio minucioso del método experimental en cada una de sus fases.

Magendie describe en una obra con bastante mayor significado, el *Précis élémentaire de physiologie*, aparecido entre 1816 y 1817, muchas otras investigaciones que ha llevado a cabo con idéntico sometimiento a la formulación de hipótesis y a su posterior evaluación mediante contrastación experimental. Vamos ahora a detallarlas. Magendie organizó diversas demostraciones públicas de fisiología en el anfiteatro Saint-Nicolas-du-Chardonnet, convertido durante la Revolución en Escuela de Medicina. La brillantez de las vivisecciones que realizaba tuvo un gran eco y éstas le granjearon la admiración de los jóvenes estudiantes. Un éxito que sirvió de estímulo para que el admirado profesor presentara su *Précis élémentaire de physiologie* a la *Académie des sciences* <sup>29</sup>. Pese a la modestia implícita en el

adjetivo “*élémentaire*”, se trata de una gran aportación a la fisiología de la época, desarrollada en dos volúmenes. Según Mazliak:

Magendie se proponía, pues, hacer abstracción de todo razonamiento *a priori*, entregarse a la experiencia, esperando que la repetición continuada del mismo experimento daría, por simple inducción, la clave del problema fisiológico afrontado. Sin ningún razonamiento previo, es decir, sin ninguna hipótesis de partida que corresponda a una interpretación *a priori* nacida del espíritu de investigador <sup>30</sup>.

Si este propósito hubiera sido cumplido por Magendie, sin duda la introducción por Bernard de las ideas *a priori* o *directrices* en el razonamiento experimental marcarían la diferencia entre ambos, respecto a la forma de construir una fisiología científica. Pero con independencia incluso de las propias afirmaciones de Magendie —según se ha anticipado— lo cierto es que en el *Précis* se contienen decenas de ejemplos en los que se evalúan muy distintas hipótesis —confirmándose unas y rechazándose aquellas que no superan la contrastación experimental. Comenzaremos por los experimentos sobre la producción de la voz. Al tratar esta cuestión, Magendie se pregunta: ¿por qué al soplar a través de la tráquea de un cadáver no se produce ningún sonido análogo a la voz humana?; ¿por qué la parálisis de los músculos propios de este órgano es seguida de la pérdida de la voz? La hipótesis propuesta es que los ligamentos de la glotis sólo poseen la facultad de vibrar, como las láminas de las lengüetas, cuando los músculos tiroaritenoides están en contracción. Por consiguiente, en todas aquellas circunstancias en que dichos músculos no están contraídos, no existirá producción de voz <sup>31</sup>. La hipótesis defiende, en síntesis, que la vibración de los ligamentos de la glotis requiere que los músculos se hallen en contracción. Lo que tenemos, en suma, es una fase de familiarización con los hechos que se juzgan relevantes en torno a la fonación y, después, la abducción de una conjetura a partir de ellos. Se podría pensar que la comprobación de que cuando no hay contracción de los músculos no hay tampoco producción de voz es simplemente una generalización inductiva. Sin embargo, la comparación de los ligamentos de la glotis con las láminas de las lengüetas pone de manifiesto que la explicación ofrecida trasciende la mera observación. Hace patente que se están examinando de forma reflexiva los datos de observación para llegar a una hipótesis que los explique. Por si esto no fuera suficiente, Magendie sugiere de inmediato que la hipótesis ha de ser sometida a confirmación experimental: “Las experiencias con animales están perfectamente de acuerdo con estas doctrinas. Cortad los dos nervios recurrentes que, como hemos dicho, se distribuyen hacia los músculos tiroaritenoides, y la voz se pierde por completo. Cortad sólo uno, y la voz se reduce a la mitad <sup>32</sup>”. Nótese que el

procedimiento sirve para la contrastación de la hipótesis, y que no es un mero ejercicio ciego en el que se van cortando estructuras o elementos anatómicos al azar para establecer asociaciones inductivas. Se parte de la hipótesis de que la contracción de los músculos es necesaria para producción de la voz. Se actúa bajo la cobertura de esa hipótesis cortando los nervios recurrentes; y se corrobora que sin la acción de dichos nervios sobre los músculos éstos no pueden contraerse y la emisión de voz no tiene lugar. Utilización, en definitiva, de todos los pasos que definen al método experimental. Vamos a tener la oportunidad de examinar otros muchos ejemplos en los que se brinda la solución de un problema por su expresa aplicación. Más interesantes aún son aquellos otros casos en los que veremos que Magendie rechaza una hipótesis no por su carácter de mera idea preconcebida —como cabría esperar según la interpretación que se hace habitualmente de él— sino por tratarse de una hipótesis que no ha alcanzado un refrendo experimental. De haberlo conseguido, no se tendría nada que objetar respecto a su validez. Cuando señala que cierta conjetura no ha obtenido el respaldo de la experiencia, y que por ello hay que abandonarla, la interrogación retórica que debemos hacernos es: ¿qué habría dicho respecto de esa misma hipótesis si hubiese resultado verificada?

En sus estudios sobre la formación del quimo dentro de la obra, reflexiona sobre las funciones del pulmón, del estómago y del jugo gástrico. Recuerda que desde hace tiempo se ha otorgado al par del vago <sup>33</sup> un papel eefector en la quimificación. Se ha sostenido la idea de que el nervio neumogástrico, mediante la estimulación de la actividad respiratoria y gástrica hace posible la digestión. Concretamente, se ha creído que un déficit en la respiración tiene consecuencias directas sobre la acción del estómago. En efecto, si el nervio se liga o se corta cerca de su nacimiento, las materias introducidas en el estómago no sufren ninguna modificación, es decir, la formación del quimo no tiene lugar. Ello ha servido para respaldar la hipótesis de que dicho par nervioso juega un papel fundamental en la actividad respiratoria y, a través de ella, en la actividad gástrica. Conviene notar que semejante proceder —la sección o ligadura del par nervioso citado— es la experiencia que se ha llevado a cabo por otros investigadores para valorar la hipótesis de su papel en la digestión. Constituye una aplicación estricta del método experimental, puesto que la suposición de que cumplen en ella una función importante confiere sentido a la prueba que se realiza para comprobarlo. Ante esto, Magendie critica las conclusiones obtenidas, no por el uso de la conjetura supuestamente confirmada hasta entonces, ni por el empleo de una hipótesis, sino porque el razonamiento experimental realizado es incorrecto. En efecto, si se ligan o se cortan estos nervios en su raíz, el alimento introducido en el estómago no se altera, no se digiere. Pero la consecuencia que se extrae

de este hecho no le parece rigurosa. La razón es que con base en otra hipótesis —la de que son las ramas del nervio que se encuentran por debajo del pulmón las responsables de la quimificación— ha cortado las terminaciones de los nervios que se dirigen al pulmón, y deja intactas las que siguen hasta el estómago. En sus propias palabras: “los alimentos que son entonces introducidos en el estómago son transformados en quimo y dan lugar ulteriormente a un quilo abundante <sup>34</sup>”. La hipótesis específica que Magendie ha querido confirmar es que son las ramas inferiores del par —aquellas que inervan el estómago— las encargadas de estimular la actividad gástrica e intervenir en la quimificación. El experimento adecuado para contrastarla consiste en cortar el nervio al nivel de sus ramificaciones hacia el pulmón, para que sólo las otras ramas que se dirigen hacia el estómago puedan actuar. El resultado obtenido corrobora la hipótesis y la pertinencia del razonamiento. De nuevo, no estamos frente a una mera observación activa. Es la reflexión sobre la disposición espacial del nervio, sobre su recorrido por el tórax y el abdomen, sobre el papel que pudieran jugar sus ramificaciones a lo largo del cuerpo, lo que permite a Magendie formular con sentido su hipótesis y lo que le guía para programar una virtual verificación.

La cuestión de la absorción venosa ocupa también a Magendie a lo largo de varias páginas del *Précis*. Es una idea que goza ya de una aceptación considerable en la fisiología de la época. Se sabe que las pequeñas raíces venosas reciben la sangre de los capilares arteriales y, además, se les otorga otra propiedad o función muy relevante: se supone que cualquier gas o líquido puesto en contacto con las diversas partes del cuerpo pasa a esas pequeñas venas y llega pronto al pulmón con la sangre venosa. Ocorre lo mismo con las sustancias sólidas susceptibles de ser disueltas por la sangre. Ahora bien, tal suposición o hipótesis debe ser puesta a prueba para ser aceptada. Es preciso someterla a una confirmación experimental y, por lo tanto, idear un experimento que haga manifiesta su validez. El experimento que se propone es el siguiente. Introduzcamos una solución acuosa de alcanfor en cualquier cavidad mucosa o serosa del cuerpo o, directamente, una porción sólida de alcanfor en un órgano. Si la hipótesis fuera correcta, al llegar la sangre a los pulmones, la presencia del alcanfor que ha sido absorbido por la venas y trasladado por la sangre hasta aquellos debería detectarse durante la exhalación. Pues bien, pocos instantes después de haberse introducido el alcanfor en el organismo del animal, el aire que sale de sus pulmones tiene un fuerte olor a dicha sustancia. La administración de una lavativa alcanforada en seres humanos produce los mismos efectos: es raro que en cinco o seis minutos el aliento no presente un intenso olor a alcanfor. La que inicialmente era una conjetura, una hipótesis, ha sido respaldada mediante contrastación experimental <sup>35</sup>.



La pregunta por el motivo de la coloración de la sangre encuentra también una respuesta en un *test* experimental descrito en la obra. Plantea Magendie la cuestión de cuál es la causa por la que la sangre venosa cambia de color al atravesar los pulmones. Su hipótesis es que tal cambio obedece al contacto con el aire que ellos contienen —más en concreto, con el oxígeno presente en el aire. De nuevo, hace falta concebir un procedimiento que sirva para someter la conjetura a prueba. La experiencia en este caso es inmediata: basta poner en contacto la sangre con el aire atmosférico. En efecto, el enrojecimiento de la zona superficial de la sangre no tarda en producirse. Ahora es necesario establecer que el agente causal del cambio de color es el oxígeno y no ningún otro componente del aire. El aire atmosférico que llega al pulmón contiene otros gases que podrían ser los responsables del fenómeno. Se nos propone, entonces, el experimento que va a jugar un papel discriminador. Debemos introducir la sangre venosa en una vejiga, para después sumergir ésta en oxígeno. Al realizar el experimento, la sangre adquiere un color escarlata en todos los puntos de su superficie <sup>36</sup>. La suposición ha quedado validada.

Pocas páginas después el texto se ocupa de la *trspiración pulmonar* —fenómeno que la fisiología del momento admite con carácter conjetural: “esta transpiración es considerada [...] como el resultado del paso por las vesículas bronquiales de una parte del líquido que recorre la arteria pulmonar <sup>37</sup>”. Otra vez, aunque se trate de una hipótesis que la mayoría de los fisiólogos admiten, es obligado someterla a una evaluación experimental. Una de sus implicaciones sería que la inyección de agua en la arteria pulmonar debería producir efectos observables en las células de las vías respiratorias. Así ocurre cuando el experimento se lleva a cabo: innumerables gotitas de agua aparecen en las células del pulmón, mezclándose con el aire que éstas contienen. Aún más, corroborada la hipótesis principal, cabe deducir otra implicada por ella y realizar el experimento capaz de confirmar esta última, pues si la transpiración es real, su cantidad debería depender de la cantidad de líquido inyectado:

En los animales vivos se aumenta a voluntad la cantidad de transpiración pulmonar inyectando agua destilada a una temperatura próxima a la que tiene el sistema venoso, como lo prueba la experiencia siguiente: tómesese un perro de pequeña talla; inyéctesele reiteradas veces un volumen considerable de agua. El animal alcanzará primero un estado de plétora, en el que sus vasos sanguíneos se encontrarán tan distendidos que le costará moverse. Pero, al cabo de algunos momentos, los movimientos respiratorios se acelerarán sensiblemente y de todos los puntos de la boca fluirá en abundancia un líquido cuyo origen es evidentemente la transpiración del pulmón, que ha aumentado de forma considerable <sup>38</sup>.

No puede dudarse, en suma, del sentido que tiene el diseño experimental puesto al servicio de la contrastación de ambas hipótesis. En aquella fisiología de principios del siglo XIX, razonar experimentalmente significaba exactamente seguir el proceder de Magendie: familiarizarse con las funciones que realizan los órganos de los seres vivos, formular preguntas, proponer hipótesis para contestarlas y someter esas hipótesis al veredicto del experimento.

La cuestión del paso de la sangre desde las arterias a las venas es un asunto al que el *Précis* presta una atención singular. Tras la formulación por William Harvey de su modelo de la circulación sanguínea en el *De Motu Cordis* (1628), había quedado sin comprobarse, mediante la observación, la existencia —que él postulaba— de capilares que debían comunicar arterias y venas, haciendo del recorrido de la sangre un circuito cerrado. Sin que transcurriera mucho tiempo, Marcelo Malpighi describió en *De pulmonibus* (1661) los capilares que había observado en los pulmones de las ranas, confirmando la conjetura de Harvey. El contexto en el que Magendie escribe su obra está aún influido por la teoría de Bichat, de acuerdo con la cual la acción de los capilares consiste en una especie de oscilación o vibración de sus paredes vasculares. Magendie se pregunta cómo tales vibraciones pueden producir el movimiento de un líquido —la sangre— a través de un canal —los vasos<sup>39</sup>. Añade de inmediato que hay otra explicación —otra hipótesis más verosímil: que la causa principal que hace pasar la sangre de las arterias a las venas es la contracción del corazón. A continuación da cuenta del experimento que refrenda la hipótesis. Tras haber hecho una ligadura alrededor del muslo de un perro —que no comprima ni la vena ni la arteria crurales— aplíquese otra ligadura en la vena, cerca de la ingle y hágase una pequeña incisión en este vaso. Muy pronto la sangre se escapará dando lugar a una pérdida considerable. Presiónese a continuación la arteria con los dedos, para impedir que la sangre arterial llegue al miembro. El chorro de sangre venosa no se detendrá y continuará algunos instantes, pero irá disminuyendo hasta que el derrame acabará por cesar. Si al provocar estos fenómenos se examina la arteria, se verá que esta se estrecha poco a poco, hasta que termina por vaciarse completamente. Es entonces cuando la salida de sangre por la vena deja de producirse. Si dejamos de comprimir la arteria, la sangre impulsada por el corazón llegará hasta las últimas terminaciones de aquella y la sangre volverá a derramarse por la incisión practicada en la vena<sup>40</sup>. Todo este conjunto de operaciones, que el autor denomina textualmente *expérience sur le passage du sang des artères dans les veines*, se realiza para someter a control experimental la hipótesis de partida. Es importante volver a remarcar que no estamos ante una observación activa practicada en ausencia de hipótesis. Los experimentos pueden, si se desea, considerarse observaciones activas, pero siempre se programan al servicio de la

contrastación de una conjetura. Resta un amplio dominio de observaciones activas posibles, ajenas a la formulación de hipótesis. Sin embargo, los ejemplos hasta aquí consignados nos muestran a un fisiólogo que no se limita a la observación de hechos desnudos, sino que se entrega al diseño de pruebas experimentales para la valoración de sus hipótesis.

Al plantear en la obra cuál puede ser el mecanismo mediante el cual los animales son capaces de adaptarse a los aumentos de temperatura, ofrece la prueba experimental que ha servido para confirmar una hipótesis concebida por Delaroche. Dicha hipótesis consiste en la idea de que la causa de la resistencia al calor que muestran los animales reside en la evaporación cutánea y pulmonar. Para verificar esta importante suposición, Delaroche había colocado animales en una atmósfera cálida y tan saturada de humedad, que dentro de ella no podía producirse evaporación alguna. Dichos animales no pudieron soportar una temperatura que simplemente superaba un poco la habitual de su cuerpo y murieron. Su temperatura fue en aumento, sin que tuvieran ningún medio para hacerla disminuir <sup>41</sup>.

Junto a esta amplia propuesta de hipótesis que son sometidas a un control experimental, en el *Précis* hallamos también otras conjeturas que son rechazadas por no superar las pruebas que debieran haberlas confirmado: la relativa a las vías de transporte de las lágrimas; la que se refiere a la función del pabellón auricular; la formulada por otros fisiólogos sobre la formación de aire o gas en el estómago durante la digestión, o la que sostiene que la sangre se coagula al enfriarse <sup>42</sup>. Magendie las critica porque no han superado su respectiva validación experimental, no por el hecho de ser hipótesis. Aquellas hipótesis que no merecen ser admitidas en el dominio de la ciencia son las que no pueden someterse a prueba, las que descansan en la existencia de entidades o procesos inobservables, es decir, las que no permiten un control experimental. Explorando la acción de los nervios en las sensaciones, sostiene de forma contundente:

algunos hombres de mérito han imaginado que los nervios eran conductores e incluso secretores de un fluido sutil que han llamado *nervioso*; según ellos, es por medio de este fluido por el que las sensaciones son transmitidas al cerebro. En este momento, en el que la dirección de los espíritus es llevada hacia el estudio de los fluidos imponderables, tal opinión cuenta con un gran número de seguidores. [Sin embargo], pretender explicar las sensaciones refiriéndolas a una propiedad vital que se llama *animal*, *percibiente*, *relativa*, etc. Es acudir al modo de explicación más vicioso: porque aquí solamente se cambia la palabra que expresa la cosa <sup>43</sup>...

Dos años más tarde de la aparición del segundo volumen del *Précis*, Magendie da a conocer sus *Recherches physiologiques et cliniques sur l'emploi de l'acide prussique ou hydro-cyanique dans le traitement des maladies de poitrine*,

*et particulièrement dans celui de la phthisie pulmonaire* <sup>44</sup>. Son investigaciónes sobre las propiedades del cianuro de hidrógeno o ácido cianhídrico [H-C≡N] y, en particular, sobre su utilidad terapéutica. Se detalla en estas páginas que es una de las sustancias más venenosas que existen para los animales y para el hombre. Asimismo, se explican algunas experiencias realizadas con perros a los que se ha administrado bien una dosis del producto disuelta en agua, bien unas gotas del ácido en estado puro. En este último caso, la muerte del animal tiene lugar de manera inmediata. Lo relevante aquí es que los ensayos de aplicación de dosis diluidas han puesto de manifiesto que el veneno no mata: el animal mantiene intacta su actividad cardiorrespiratoria, si bien pierde o ve disminuidas las funciones de contractilidad y de sensibilidad. Ante estas propiedades observadas, Magendí piensa que tal vez el empleo controlado de pequeñas dosis diluidas de ácido prúsico podría ser útil en el tratamiento de algunas enfermedades caracterizadas por un aumento *vicioso* de la sensibilidad. Concretamente, frente a un caso de tos crónica, que no responde a otros tratamientos, concibe la hipótesis de que la administración de la sustancia pudiera tener efectos positivos. Receta a la joven que sufría el padecimiento seis gotas del ácido disueltas en tres onzas de infusión vegetal, cada dos horas, y la tos desaparece en cuatro días. Tras su empleo con éxito en otros casos similares de tos convulsiva y crónica, Magendí aplica el fármaco a enfermos de tuberculosis. El efecto sobre la tos es igualmente positivo. La hipótesis resulta verificada. Cabe interpretar las primeras observaciones sobre los efectos del ácido prúsico en perros como ejemplos de observaciones activas. No obstante, su aplicación al tratamiento de la tos se basa en la siguiente inferencia: la tos convulsiva y crónica se produce por una excesiva sensibilidad, y si el ácido prúsico hace decrecer de manera muy importante la sensibilidad y la contractilidad, en consecuencia, la administración del ácido en dosis adecuadas podría ser útil para conseguir la disminución de la tos. La hipótesis forma parte del razonamiento experimental que guía el experimento. Éste consiste en la administración de la sustancia para someter a prueba la validez de la conjetura <sup>45</sup>.

Propondré, por último, dos ejemplos más, tomados de las *Leçons sur les fonctions et les maladies du système nerveux*, publicadas en 1839. Al estudiar la insensibilidad del cerebro, Magendí toca con un escalpelo los hemisferios cerebrales de un conejo al que ha quitado parte del cráneo y de las membranas cerebrales. Aunque la prueba implica una pregunta —¿existe o no sensibilidad en el cerebro?— que pretende responderse mediante una experiencia —la estimulación por el contacto del escalpelo— y en esa medida podría interpretarse como la resolución experimental de un problema, concedamos que los datos de que se parte equivalen sólo a una observación simple. Acto seguido, Magendí razona que la cuestión que desea establecer es si el conejo ha perdido por completo la sensibilidad en

todas las partes del cuerpo. Su hipótesis es que no. Basta una experiencia simple para evaluar si es correcta. La actuación sobre el cerebro del conejo no le ha privado de su sensibilidad general, pues si toca la piel del cráneo siguiendo la trayectoria de la incisión, el conejo se agita y quiere huir <sup>46</sup>. La suposición ha quedado refrendada.

Un ejemplo más sobre el uso de hipótesis se nos ofrece pocas páginas después. Se refiere al diagnóstico de una enfermedad que sufre una niña de quince años que ha ingresado en el hospital en estado muy grave. Ocho horas antes de su llegada había sufrido fuertes dolores abdominales, vómitos, cefalalgias y fiebre alta. Una vez en el centro hospitalario, ha tenido convulsiones y ha perdido el conocimiento. Seis días después fallece. Magendie cree que la causa de la muerte ha sido una compresión del sistema nervioso central. Es más, a esta primera hipótesis añade otra sobre el motivo que la ha desencadenado: una hidropesía. La contrastación de ambas conjeturas se realiza durante la autopsia. La primera es verificada, pues se comprueba que el encéfalo tiene proporciones desmesuradas. No obstante, la segunda hipótesis queda falsada, dado que no existe ningún rastro de hidropesía. La compresión ha sido producida por la hipertrofia del cerebro —cuyo origen queda sin explicar <sup>47</sup>.

\* \* \* \* \*

El 19 de noviembre de 1983 se celebró en la *Société Française d'Histoire de la Médecine* una sesión extraordinaria dedicada a la *Présence et actualité de François Magendie*. Llama mucho la atención la disparidad, tal vez inadvertida, con que se pronuncian los intervinientes sobre el grado de madurez y desarrollo que alcanzó la práctica del método experimental en los trabajos del fisiólogo francés. Todos elogiaron su compromiso irrenunciable con la experiencia, pero volvieron a hacerse presentes las dos visiones de que hemos hablado hasta aquí. François Vial, Henri Bonnemain y Georgette Legée sostuvieron que Magendie fue bastante más que un recopilador de hechos <sup>48</sup>. Por su parte, Georges Dilleman, haciéndose eco de la opinión de Claude Bernard, defendió que Magendie se limitaba a considerar exclusivamente los resultados del experimento en bruto, sin que ninguna idea sistemática interviniera ni como punto de partida ni como consecuencia <sup>49</sup>. Tal vez la distancia entre ellos quede aminorada gracias a la ambigüedad con que se pronuncian. Insensiblemente, puede atribuirse al fisiólogo nacido en Burdeos desde un inquebrantable sometimiento a los hechos hasta una práctica decidida del método experimental, pasando por la observación meticulosa, la realización de experiencias o el diseño de auténticos experimentos. Con todo, lo que he pretendido justificar en las páginas anteriores es que a François Magendie debe

atribuirsele el uso consciente de hipótesis en su labor investigadora; labor que fue mucho más lejos que la *reclusión en los hechos brutos*.

La leyenda del empirismo dogmático, supuestamente practicado por François Magendie, se ha venido nutriendo de tres asunciones erróneas: a) que practicaba realmente lo que decía; b) que Bernard juzgó con objetividad el método con que su maestro había investigado, y c) que la distinción entre hipótesis contrastables e hipótesis incontrastables es sólo planteada por Bernard. Magendie, en efecto, es culpable en una importante medida del equívoco contenido en la primera asunción. Pueden citarse numerosos lugares en sus obras donde enfatiza su convicción de que el verdadero científico debe desterrar de su trabajo los supuestos teóricos, las ideas preconcebidas y las *hipótesis*. En un contexto histórico en el que las concepciones idealistas inverificables o los postulados vitalistas circulaban con enorme pujanza, no es extraño que deseara subrayar que la nueva fisiología por la que abogaba tenía que condenar de manera rotunda los extravíos a que llevaba la especulación. Su actitud anticipa la que Bernard mantendrá frente a las doctrinas y los sistemas: no hay lugar para ninguno de ellos en fisiología. Es esta condena genérica de la presencia de cualquier elemento especulativo en la ciencia la que Magendie desea realizar. Si partimos de ello, pueden esgrimirse dos interpretaciones diferentes. Que en sus declaraciones explícitas sólo aludía al carácter inaceptable de las hipótesis propias de los sistemas y doctrinas, es decir, de las hipótesis no susceptibles de confirmación, o que tenía en mente también las hipótesis perfectamente corroborables. Si este último fuera el caso, hay que decir con plena seguridad que su trabajo no fue fiel a sus palabras. Según hemos podido comprobar más allá de toda duda, utilizó, empleó con gran frecuencia —y con gran acierto, por lo demás— hipótesis capaces de ser sometidas a prueba, que tenían total fuerza explicativa y que orientaban sus experimentos. Si sólo pensaba al despreciar las hipótesis en hipótesis inverificables, su empirismo radical se desvanece.

Ante la presencia inequívoca de hipótesis en la investigación experimental de Magendie —algo que Claude Bernard conoció de forma directa— el pertinaz uso que este último hizo de la idea según la cual su maestro no sólo defendía, sino que también practicaba un empirismo tajante, convertido en doctrina, debe entenderse como un medio para reservarse el mérito de la instauración del método experimental en la fisiología francesa del siglo XIX. Esto es lo que cabe decir sobre la segunda asunción. Las declaraciones altisonantes de Magendie a favor del empirismo podían con facilidad ponerse al servicio de este propósito. Sin embargo, nadie como Bernard conoció el contenido de las obras de su mentor y nadie asistió tan en directo a la utilización que hacía de las hipótesis tanto en el laboratorio como en la clínica. 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. En vez de ello, Bernard se entrega a una disección fina de los conceptos de *observación*, *experiencia*, *hipótesis* y *experimento*, con el propósito de argumentar que sólo podemos hablar de aplicación de método experimental si en él se hace presente una hipótesis. Acto seguido, presenta a Magendie como enemigo de las hipótesis y, por último, explica que sólo él —Bernard— introdujo a la fisiología en el dominio de las ciencias experimentales. Ante tal estado de cosas, no es extraño que los historiadores de la ciencia duden tanto y sean tan imprecisos a la hora de repartir los méritos entre el maestro y el discípulo. Tal confusión, tal ambigüedad, queda resuelta si se atiende a un requerimiento elemental: leer directamente los textos donde Magendie nos cuenta cómo trabaja.

Para terminar, y con referencia a la tercera asunción, nada tan claro e ilustrativo como estas palabras del mismo Magendie:

El análisis [...] con que nos ilumina el microscopio nos muestra que la sangre encierra cantidades prodigiosas de pequeños corpúsculos, de formas variadas, designados con el nombre general de *glóbulos*; si bien ignoramos completamente sus funciones. Nada más curioso que ver estos glóbulos caminar por tubos infinitamente pequeños sin originar interferencias en el curso de la sangre. Hay una coordinación tal en sus movimientos, que los fisiólogos no dudan en verlos como pequeños seres inteligentes obedeciendo a su instinto, sin obstaculizar a las leyes de la hidrodinámica. Nosotros hemos demostrado que se trata de puras hipótesis, que es urgente reemplazar por teorías fundadas en la experiencia <sup>50</sup>.

Teorías fundadas en la experiencia, frente a las hipótesis de carácter puramente especulativo. Y, sobre todo, *no sólo hechos desnudos*.

- 1 Donde Théophile de Bordeu, Paul Joseph Barthez y Marie-François Xavier Bichat fueron sus principales representantes.
- 2 A esta corriente pertenecieron numerosos naturalistas, si bien es preciso destacar los trabajos de C. F. Kielmegeer y de Lorenz Oken.
- 3 Carl Gustav Carus y Étienne Geoffroy Saint-Hilaire encarnan la pujanza de la morfología idealista en uno y otro país respectivamente.
- 4 Contribuciones contenidas en Whewell, 1837 y 1840, Herschel, 1830 y en Mill, 1843.
- 5 Comte, 1838, XLI.
- 6 Véase González Recio, 2004, pp. 65-66.
- 7 Bernard, 1865.
- 8 Bernard, 1865, pp. 23-103.
- 9 Bernard, 1865, p. 58.
- 10 Bernard, 1865, p. 58.
- 11 Bernard, 1865, p. 65.
- 12 Véase Mazliak, 2012, pp. 185-187; Lafont, 1945, p. 343; VV.AA., 1983, pp. 313-314; Dillemann, 1983, p.347; Vial & Rullière, 1983, pp. 329; Dawson, 1906, p.55.
- 13 Bernard, 1857, pp. 12-13.
- 14 Barona, 1989, p. 107.
- 15 Magendie, 1837, p. 21.
- 16 Bernard, 1865, pp. 23-56.
- 17 Bernard, 1865, p. 26.
- 18 Bernard, 1865, p. 29.
- 19 En efecto, el razonamiento  $[(p \rightarrow q) \wedge q] \rightarrow p$  no tiene validez formal.
- 20 Bernard, 1865, pp. 66-67.
- 21 Mazliak, 2012, p. 45. Mazliak toma estas interrogaciones retóricas de Magendie, 1809, pp. 145-170.
- 22 Magendie, 1837, p. 8.
- 23 Magendie, 1837, pp. 27, 208.
- 24 Mazliak, 2012, p. 185.
- 25 Magendie, 1837, p. 34.
- 26 Magendie desconoce la naturaleza específica del agente causal que produce el tétanos. Habla de *upas*, entendiéndolo, según explica, como nombre genérico del *poison* (veneno) Magendie, 1809, p. 7. Fue Knud Faber, en 1899, quien estableció cuál era la toxina del tétanos. Por otra parte, la idea de que el agente causal de la enfermedad ingresaba en el sistema circulatorio, difundándose por el organismo, hoy puede parecernos trivial, pero en 1809 era una apuesta hipotética que debía contrastarse. Cabía postular, por ejemplo, que el veneno ejercía su acción desde las terminaciones nerviosas del tejido afectado.
- 27 Magendie, 1809, pp. 7-9.
- 28 Magendie, 1809, pp. 12.
- 29 Mazliak, 2012, p. 61.
- 30 Mazliak, 2012, p. 61.
- 31 Magendie, 1816, p. 211.
- 32 Magendie, 1816, p. 211.
- 33 Se trata del nervio vago o neumogástrico en sus dos recorridos, izquierdo y derecho.
- 34 Magendie, 1817, p. 95.



- 35 Magendie, 1817, pp. 229-230.
- 36 Magendie, 1817, pp. 288-289.
- 37 Magendie, 1817, p. 291.
- 38 Magendie, 1817, p. 292.
- 39 Magendie, 1817, p. 323.
- 40 Magendie, 1817, p. 324.
- 41 Magendie, 1817, p. 403.
- 42 Se encuentran respectivamente en Magendie, 1816, p. 46; Magendie, 1816, p. 101; Magendie, 1817, p. 85; Magendie, 1817, p. 207.
- 43 Magendie, 1817, p. 403.
- 44 Magendie, 1819.
- 45 Magendie, 1819, pp. 2-11.
- 46 Magendie, 1839, p. 175.
- 47 Magendie, 1839, pp. 221-228.
- 48 VV.AA, 1989, pp. 313-314.
- 49 VV.AA, 1989, p. 314.
- 50 Magendie, 1839, pp. 25-26.

- Barona, J.L. (Ed.) (1989), *Bernard. Antología*, Barcelona: Península.
- Barona, J.L. (1991), *La fisiología: origen histórico de una ciencia experimental*, Madrid: Akal.
- Bernard, C. (1856), *Fr. Magendie: leçon d'ouverture du cours de médecine du Collège de France (29 février 1856)*, Paris: J.-B. Baillière .
- Bernard, C. (1857), *Leçons sur les substances toxiques et médicamenteuses*, Paris: J.-B. Baillière.
- Bernard, C. (1865/1966), *Introduction a l'étude de la médecine expérimentale*, Paris: Pierre Beltond.
- Comte, A. (1830-42), *Cours de philosophie positive*, Paris: Bachelier.
- Dawson, P.M. (1906), "A biography of Francois Magendie", *Medical Library and Historical Journal* 4(1): 45-56.
- Deloyers, L. (1970), *François Magendie (1753-1855): précurseur de la médecine expérimentale*, Bruxelles: Presses Universitaires de Bruxelles.
- Dillemann, G. (1983), "L'éloge de Magendie par Claude Bernard", *Histoire de la médecine* 17 (4): 345-350.
- González Recio, J. L. (2004), "Who killed histological positivism? An approach to Claude Bernard's epistemology", *Ludus Vitalis* 22: 61-82.
- Herschel, J. (1830), *A Preliminary Discourse on the Study of Natural Philosophy*, London: Longman, Rees, Orme, Brown & Green, John Taylor.
- Lafont, J. (1945), "François Magendie (1783-1855)", *Le progrès médical*, 24 octobre (1945): 343-5.
- Magendie, F. (1809), "Quelques idées générales sur les phénomènes particuliers aux corps vivants", *Bulletin des Sciences Médicales*, 145-170.
- Magendie, F. (1809), *Examen de l'action de quelques végétaux sur la moelle épinière*, Paris, lu à l'Institut le 24 avril.
- Magendie, F. (1816-17), *Précis élémentaire de physiologie*, Paris: Méquignon-Marvis.
- Magendie, F. (1819), *Recherches physiologiques et cliniques sur l'emploi de l'acide prussique ou hydro-cyanique dans le traitement des maladies de poitrine, et particulièrement dans celui de la phthisie pulmonaire*, Paris: Méquignon-Marvis.
- Magendie, F. (1839), *Leçons sur les fonctions et les maladies du système nerveux, professées au Collège de France et recueillies et rédigées par C. James*, Paris: Ébrard.
- Magendie, F. (1837), *Leçons sur les phénomènes physiques de la vie*, Bruxelles: Hauman, Cattoir et Comp.
- Mazliak, P. (2012), *François Magendie, bouillant créateur de la physiologie expérimentale au XIX siècle*, Paris: Hermann.
- Mill, J. S. (1843), *A System of Logic, Ratiocinative and Inductive*, London: John. W. Parker.
- Olmsted, J. (1944), *François Magendie. Pioneer in experimental physiology and scientific medicine in XIX century France*, New York: Schumann's.
- Whewell, W. (1837), *History of the Inductive Sciences, from the Earliest to the Present Times*, London: Frank Cass.
- Whewell, W. (1840), *The Philosophy of the Inductive Sciences*, London: Frank Cass.
- Vial F., Rullière R. (1983), "François Magendie". Société française d'histoire de la médecine: séance exceptionnelle du 19 novembre 1983: séance du 19 novembre 1983, pp. 323-332.
- VV.AA. (1983), "Présence et actualité de François Magendie (1783-1855)". Société française d'histoire de la médecine: séance exceptionnelle du 19 novembre 1983, pp. 313-320.