



ISSN: 0976-3376

Available Online at <http://www.journalajst.com>

ASIAN JOURNAL OF  
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Asian Journal of Science and Technology  
Vol. 07, Issue, 10, pp.3700-3708, October, 2016

## REVIEW ARTICLE

### LOS CONCEPTOS OBSERVACION Y EXPERIMENTACION EN LA OBRA DEL CIENTIFICO CLAUDE BERNARD

\*<sup>1</sup>Santiago Nieto Martín and <sup>2</sup>MARÍA Luisa Sevillano García

<sup>1</sup>Profesor Titular de la Facultad de Educación, Universidad de Salamanca (Spain), Paseo de Canalejas,  
169, 37004, Salamanca

<sup>2</sup>Catedrática de la Facultad de Educación, Universidad Nacional de Educación a Distancia (Spain),  
Calle Juan del Rosal, 14, 28040, Madrid

#### ARTICLE INFO

##### Article History:

Received 10<sup>th</sup> July, 2016  
Received in revised form  
05<sup>th</sup> August, 2016  
Accepted 18<sup>th</sup> September, 2016  
Published online 30<sup>th</sup> October, 2016

##### Key words:

Metodología científica,  
Observación,  
Experimentación,  
Claude Bernard.

#### ABSTRACT

En el presente artículo tratamos de llevar a cabo una reflexión metodológica cual es bucear en el pensamiento y obra del científico Claude Bernard, investigador de reconocido prestigio universal y que ha realizado una brillante aportación intelectual al campo de la investigación experimental desde el ámbito de la medicina, siempre, situándonos en la época y momento en que desarrolló su actividad científica. Y lo hacemos realizando un paralelismo entre lo que conlleva la práctica observacional científica y la experimental, tratando de irradiar su pensamiento a todos aquellos profesionales preocupados y ocupados por el conocimiento y aplicación de las más diversas técnicas metodológicas, siglo y medio después de la época vivida por Bernard.

Copyright © 2016, Santiago Nieto Martín and MARÍA Luisa Sevillano García. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

#### INTRODUCTION

Durante las décadas de los 80 y 90 del siglo XX se produjo una gran eclosión de proyectos docentes en el ámbito de la investigación en Ciencias Sociales para el acceso a plazas de profesores numerarios en la Universidad, donde, en la mayoría de ellos, era difícil no encontrar una breve referencia, cuando de cuestiones metodológicas se trataba, a la obra *Introducción al estudio de la Medicina Experimental* del médico e investigador Claude Bernard. Tuvimos la ocasión de conocer un original de sus primeras ediciones en la biblioteca de la Universidad de Gerona donada por el filósofo de la ciencia José Ferrater Mora (1912-1991); desde entonces nos movió la curiosidad intelectual por conocer y analizar dicha obra. Últimamente la editorial *Crítica*, en coedición con la *Fundación Iberdrola*, bajo el título genérico *Clásicos de la ciencia y la Tecnología* y dirigido por el Catedrático de Historia de la Ciencia de la Universidad Autónoma de Madrid, José Manuel Sánchez Ron, se ha hecho eco de la referida obra, junto a títulos tan elocuentes como *El canon científico*,

*Exposición del sistema del mundo, Fundamentos de una teoría general de conjuntos, La teoría de la evolución de las especies, Lecciones sobre el desarrollo de las matemáticas en el siglo XIX, La polémica sobre la invención del cálculo infinitesimal...*

Entendemos que todo investigador debe configurar una personalidad profesional consolidada en torno a las bondades de la ciencia y su metodología, elemento esencial para crear un estilo propio de pensamiento y acción, que pueda transmitirse a los alumnos como ámbito formativo sin el cual no se pueden educar mentes inteligentes, creativas y libres. En ese sentido, aportamos algunas ideas sobre metodología científica en su origen cronológico, a partir de un breve análisis de la contribución pedagógica del científico Claude Bernard, intentando hacer converger el interés del autor de este artículo, como los de la medicina y la metodología. Sin duda alguna, una de las mayores influencias que se han producido en el ámbito de la ciencia y de la investigación ha sido la del médico Claude Bernard mediante su obra, repetimos, *Introducción al estudio de la medicina experimental*, publicada hace casi siglo y medio, en 1865. Bernard ha sido considerado uno de los científicos más importantes de todos los tiempos gracias a sus aportaciones a la fisiología, que, como sabemos, estudia las

\*Corresponding author: Santiago Nieto Martín

Profesor Titular de la Facultad de Educación, Universidad de Salamanca (Spain), Paseo de Canalejas, 169, 37004, Salamanca

funciones de los seres orgánicos, reuniendo, en esta forma de estudio, los principios de las ciencias exactas, dando sentido a aquellas interacciones de los elementos básicos de un ser vivo con su entorno y explicando el *porqué* de cada diferente situación en que puedan encontrarse estos elementos. Suele decirse que no se ha escrito nada más luminoso, más completo y más profundo sobre los verdaderos principios del *arte de la experimentación*; de tal manera que Bernard ha sido considerado el metodólogo más moderno de las ciencias de la vida. El siglo XIX fue un periodo inigualable para la ciencia, y la obra de este médico, un “monumento en honor del método que ha constituido las ciencias físicas y químicas desde Galileo y Newton y que Claude Bernard se esfuerza por introducir en la fisiología y en la patología. La influencia que ejercerá sobre las ciencias médicas, sobre su enseñanza, su progreso, incluso sobre su lenguaje, será inmensa; no se podría precisar desde el presente”, decía Pasteur en aquella época.

La introducción a la obra comienza con una sentencia, cual es “conservar la salud y curar las enfermedades: tal es el problema que la medicina se ha propuesto desde su origen y cuya solución científica desde su origen, todavía persigue”.

“Todavía a comienzos del siglo XIX, las ciencias de la vida se debatían entre la influencia creciente de la química y la física, una fuerte dependencia de la anatomía, la persistente ascendencia de la teleología de Galeno y la búsqueda metafísica de la esencia de la vida. La segunda revolución se llevó a cabo con rapidez, a mediados de aquel siglo, cuando se conciben la teoría celular, la química fisiológica y la evolución darwiniana. Esta revolución decimonónica aprovechó, en gran parte, la aplicación sistemática al concepto de determinismo biológico, un proceso en el que las ideas de Claude Bernard fueron muy representativas” (García Barreno, 2005, 9).

### Antecedentes personales y profesionales de Bernard

Nacido cerca de Lyon, Bernard tuvo una formación primaria y profesional *muy ajustada*, siendo sus primeras ambiciones de tipo literario, con poco éxito, en el ámbito teatral. Pero antes de sus incursiones literarias, trabajó como mancebo de un farmacéutico, lo que supuso su introducción en la investigación experimental, primero preparando betún y, después, con la preparación de la *triacá*, un curalotodo de honorable historia farmacéutica, cuya composición incluía unos *sesenta ingredientes*. En los ambientes literarios de la época, que tanto le gustaba frecuentar, escuchó este veredicto: “usted ha trabajado en una farmacia, pues estudie medicina. Carece usted de temperamento para autor dramático” (García Barreno, 2005, 13). Ello le induce a cambiar de rumbo, asumir el consejo y caminar por otros derroteros. Había recibido una buena educación secundaria, y, gracias a ello, buscó ingresos, recurriendo a la enseñanza como profesor de historia natural en un colegio femenino. Se introdujo, no obstante, en el mundo universitario mediante su ingreso en la Escuela de Medicina de París en el otoño de 1834. Por su habilidad manual, Bernard estaba *más interesado en la disección que en la memorística*, por lo que sus instructores no tenían un elevado concepto de sus aptitudes; sin embargo, al obtener una plaza de alumno externo, pudo pasar largo tiempo acudiendo a las salas de disección y a los hospitales. Cuando Bernard inició su formación en fisiología, se encontró con una disciplina en plena ebullición; asistió a clases en la Sorbona donde

“aprendió la química de la sangre y del azúcar, el papel de la sangre en la respiración y el papel digestivo de la saliva, jugo gástrico, bilis y quilo; y lo más importante para el futuro inmediato de Bernard, que *la digestión es la función más accesible al químico*” (García Barreno, 2005, 16).

Posteriormente, y como alumno interno, consiguió una plaza que le permitió completar cuatro años de asistencia en los hospitales de París. No encontró el ambiente esperado, y dado su sentido de la dignidad, los malos modos del maestro debieron parecerle especialmente ofensivos. Pasados los años, escribió: “Hace veinticinco años que, en el comienzo de mi carrera como fisiólogo, intenté, y creo que fui uno de los primeros, llevar la experimentación al mismo medio interno del organismo, con la finalidad de seguir paso a paso, y experimentalmente, todas aquellas transformaciones de los diversos compuestos que los químicos explicaban teóricamente” (García Barreno, 2005, 18). En 1843 publicó su primer trabajo en que ya queda clara su actitud: *la utilidad que deberían tener para el clínico las conclusiones establecidas en el laboratorio*. Sin embargo, sus primeras publicaciones constituyen un fracaso desde el punto de vista que más interesa al hombre de ciencia, el de la verdad. En 1844, inicia su actividad como investigador independiente, también, en principio con poco éxito, lo que le llevó a pensar en abandonar su carrera científica y retornar a su tierra natal como médico rural; a ello se añadió el poco estímulo que le suponía su vida familiar: En este época, y con el fin de aumentar sus ingresos, realizó disecciones anatómicas para ser dibujadas e incluidas en un atlas anatómico, que fue varias veces reimpresso y traducido a varios idiomas. Sin embargo, su dedicación esencial seguía siendo la de realizar experimentos, siendo él mismo sujeto experimental. Se encontraba en el buen camino. Consideró la Sociedad de Biología como el ambiente más propicio para sus comunicaciones científicas.

### Proyecto definitivo

El despegue definitivo de los experimentos de Bernard se produce con sus estudios sobre el hígado (glucogénesis hepática), así como sobre los venenos (curare y monóxido de carbono), terminando, en 1851, con el descubrimiento de los nervios vasomotores, recibiendo el premio de la Academia de Fisiología Experimental de 1853 por sus trabajos sobre el nervio simpático. Fue la cuarta y última vez que recibió tal galardón, pues, una vez que ingresa en la Academia, es nombrado presidente de la comisión de premios, por lo que no volvió a ser candidato. “En 1850, el prestigio de Bernard estaba plenamente consolidado: numerosos médicos estadounidenses que completaban su formación en hospitales y laboratorios europeos, acudían a sus clases de demostración y a su laboratorio, remitiendo a su país informes elogioso de Bernard” (García Barreno, 2005, 35).

Ante cualquier discusión con sus contemporáneos replicaba: *¿por qué creer esto o aquello cuando se puede experimentar? Agote la experimentación y luego piense*” (García Barreno, 2005, 36).

El prestigio alcanzado hizo inevitable su ingreso en la Academia de Ciencias, en 1854; y aquél mismo año ocupó una cátedra de nueva creación en la Facultad de Medicina de la Sorbona. Se publicaban sus clases, en las que utilizaba, con

gran precisión, en el lenguaje médico, convirtiéndose en una conferenciante serio, directo y entusiasta, sin concesiones a la retórica ni a la descripción pintoresca, y ansioso de presentar ante sus oyentes únicamente los hechos en los que él mismo estaba interesado; no obstante, el gran valor de sus conferencias consistía en la visión que ofrecían el modo de pensar y trabajar de Bernard. Ya en 1860 su salud comenzó a resentirse, probablemente a causa de las condiciones insalubres del laboratorio. Por otra parte, nunca se sintió cómodo en la Academia Imperial de Medicina. Le disgustaba la pomposidad que parecía característica de los miembros de la profesión médica. Siguió publicando, y después de su muerte, todos sus artículos fueron publicados en forma de libro. Antes, vivió épocas de gran pompa y hasta Napoleón le transmitió personalmente: que era un gran hombre de ciencia y le gustaría hacer algo a su favor.

El momento de mayor resplandor lo alcanzó el 21 de agosto de 1865, cuando ante la Academia de Ciencias presentó su recién publicada *Introducción al estudio de la medicina experimental*; tenía cincuenta y dos años, y su importancia fue reconocida de inmediato. Fue nombrado senador. Bernard tenía escasa fe en la medicina de su tiempo y prefirió confiar en la sola naturaleza; había dedicado toda su vida a la investigación experimental y al verse obligado, enfermo, a renunciar por completo al mundo científico reflejó tal melancolía en sus cartas que alarmó a sus amigos. No obstante, superadas las dificultades físicas, pudo volver a reanudar la actividad científica, de tal manera que durante los seis últimos años de su vida su productividad fue tan fecunda como veinticinco años atrás, contando con gran número de discípulos distinguidos. Falleció el 10 de febrero de 1879, acordándose, por parte del Congreso de los Diputados, la celebración de un funeral de Estado, honor que nunca antes se había tributado a un científico. Vivió el estallido bélico entre Francia y Prusia y es a propósito de la guerra como deseamos finalizar esta rápida, y en cierto modo, acelerada, referencia a la vida de Bernard, dado que *deploraba que la ciencia no hubiese llegado a alumbrar el mundo e impedir la guerra entre las naciones, y aunque no creía que su patria fuese responsable de la guerra que acababa de pasar, opinaba que la había perdido por la falta de sentido científico de las masas, y porque no había llegado a comprender que ya se hacía necesario tratar multitud de cuestiones políticas de la misma forma que se procede para resolver los problemas de la ciencia.* La *Introducción al estudio de la medicina experimental*, obra cumbre de Bernard, y que motiva la elaboración la presente reflexión, se estructura, de forma general, en los siguientes apartados:

#### **Primera parte: DEL RAZONAMIENTO EXPERIMENTAL**

**Capítulo primero:** De la observación y del experimento

**Capítulo segundo:** De la idea a priori y la duda en el razonamiento experimental.

#### **Segunda parte: DE LA EXPERIMENTACION EN LOS SERES VIVIENNTES**

**Capítulo primero:** Consideraciones experimentales comunes a los seres vivientes y los cuerpos brutos

**Capítulo segundo:** Consideraciones experimentales a los seres vivientes

#### **Tercera parte: APLICACIONES DEL METODO EXPERIMENTAL AL ESTUDIO DE LOS FENOMENOS DE LA VIDA**

**Capítulo primero:** Ejemplos de investigación experimental fisiológica

**Capítulo segundo:** Ejemplos de crítica experimental fisiológica

**Capítulo tercero:** De la investigación y de la crítica aplicadas a la Medicina experimental

**Capítulo cuarto:** Obstáculos filosóficos que la Medicina experimental encuentra

Lógicamente, nuestro interés nos lleva a reflexionar sobre la aportación que Bernard realiza en la primera parte, esencialmente en el capítulo primero: *Del razonamiento experimental*. Y lo hacemos con referencias y citas directas de su obra, (con independencia de si lo entrecorramos, o no). Entiende Bernard que el hombre no puede observar los fenómenos que le rodean sino en límites muy reducidos; el mayor número de ellos escapa a sus sentidos y no le basta la simple observación. Por esta razón existe una gradación necesaria entre los diversos procedimientos de investigación, que pueden ser simples y complejos. Pero el hombre no se limita solo a ver; piensa y quiere conocer la significación de los fenómenos cuya existencia le ha revelado la observación. Por eso razona, compara los hechos, los interroga y, por las respuestas que alcanza, contrasta los unos con los otros: este género de contraste o comprobación por medio del razonamiento constituye el experimento, único medio que poseemos para instruirnos acerca de la naturaleza de las cosas que están fuera de nosotros. *En sentido filosófico, la observación demuestra y el experimento instruye.*

#### **Diversas definiciones de la observación y del experimento**

Manifiesta que, algunas veces, se ha querido confundir la experiencia (el experimento) con la observación, y se refiere a Bacon cuando dice: “la observación y la experiencia, para reunir los materiales; la inducción y la deducción, para elaborarlos; he aquí las únicas buenas máquinas intelectuales” (Bacon, 2004, 57). Sin embargo, la mayoría de los sabios han distinguido la observación del experimento, pero no han estado completamente de acuerdo acerca de la definición de estos dos términos. Zimmermann (1777,15) se expresa de este modo: “un experimento difiere de una observación en que el conocimiento que una observación nos proporciona parece presentarse por sí mismo, en tanto que el de un experimento es el fruto de alguna tentativa que se hace con el deseo de saber si una cosa es o no es”. Esta definición representa una opinión bastante generalizada. Según ella, la observación sería la constatación o comprobación de las cosas y de los fenómenos tal y como nos los ofrece la naturaleza, en tanto que el experimento sería la constatación de los fenómenos creados o determinados por el experimentador, lo que supone establecer una especie de oposición entre el observador y el experimentador: el primero, *pasivo* en la producción de los fenómenos; y el segundo, tomando, por el contrario, una parte directa y *activa* en la producción de los fenómenos. “El observador escucha a la naturaleza; el experimentador la interroga y fuerza a revelarse” (Cuvier, 1817,18). A primera vista, tal distinción parece clara y fácil de entender. Pero al profundizar en la práctica experimental, se encuentra que, en

muchos casos, esta separación es muy difícil de hacer, y, en opinión de Bernard, arrastra a la oscuridad: se ha confundido el arte de la investigación, que indaga y hace constar los hechos, con el arte del razonamiento, que los pone en juego lógicamente para la inquisición de la verdad. En la investigación puede haber, a la vez, actividad del espíritu y de los sentidos, sea para hacer observaciones, sea para hacer experimentos. En efecto, si se quisiera admitir que la observación está caracterizada por el solo hecho de que el sabio hace constar los fenómenos que la naturaleza ha producido espontáneamente y sin su intervención, no se podría, sin embargo, hallar que el espíritu, como la mano, quede siempre inactiva en la observación, y se llegaría a distinguir, bajo este concepto, dos clases de observación: unas *pasivas*, otras *activas*. Se podrían multiplicar al infinito las citas de este género para probar que, en la aseveración de los fenómenos naturales que se ofrecen a nosotros, el espíritu es tan pronto pasivo, tan pronto activo; lo que significa, en otros términos, que la observación se hace tanto sin ideas preconcebidas y o por azar, cuanto con una idea preconcebida, es decir, con intención de comprobar la exactitud de una idea del espíritu.

### **Adquirir la experiencia y apoyarse en la observación, no es lo mismo que hacer experimentos y observaciones**

Las anteriores definiciones se han realizado sin tener en cuenta al mismo tiempo la observación y la experiencia como los dos términos extremos del razonamiento experimental. Observamos, también, en estas definiciones, falta de claridad y de generalización. Cree Bernard que para dar a la definición toda su utilidad y todo su valor es necesario distinguir lo que pertenece al procedimiento de investigación empleado para obtener los hechos, de lo que pertenece al procedimiento intelectual que los pone en acción y los hace, a la vez, el punto de apoyo y el *critérium* del método experimental. La palabra *observación* es singular; en su acepción general y abstracta, significa la comprobación exacta de un hecho con ayuda de los medios de investigación y de estudios apropiados a esta comprobación. Por extensión y en un sentido particular, se ha dado también el nombre de *observaciones* a los hechos comprobados, y en este sentido, se dice observaciones médicas, astronómicas...

Cuando se habla de una manera concreta y cuando se dice *hacer experimentos o hacer observaciones*, significa dedicarse a la investigación o inquisición, que se intentan ensayos, pruebas, con el objeto de aprehender hechos de los que el espíritu, por medio del razonamiento, podrá sacar un conocimiento o una instrucción. Cuando se habla de una manera abstracta, y cuando se dice apoyarse en la observación y adquirir la experiencia, significa que la observación es el punto de apoyo del espíritu que razona, y la experiencia el punto de apoyo del talento que concluye, o, mejor todavía, el punto de un razonamiento perfectamente aplicado a la interpretación de los hechos. De aquí se deduce que se puede adquirir la experiencia sin hacer experimentos, pues se razona convenientemente sobre hechos bien establecidos, lo mismo que se pueden hacer experimentos y observaciones sin adquirir experiencia, si únicamente nos reducimos a hacer constar los hechos. La observación es, por lo tanto, la que muestra los hechos; el experimento es el que instruye sobre los hechos y el que da la experiencia relativamente a *una cosa*. "La

experiencia corrige al hombre todos los días" (Goethe, 2007, 15). Pero es porque razona experimentalmente sobre lo que observa; sin este requisito no se corregiría jamás.

El método experimental no hace más que emitir un *juicio* sobre los hechos que nos rodean, con la ayuda de un *criterium* que no es en sí mismo sino otro hecho dispuesto para comprobar el juicio y dar la *experiencia*. Tomado en este sentido general, el experimento es la única fuente de los conocimientos humanos. El espíritu no tiene nada más que el sentimiento de una relación necesaria entre las cosas, pero no puede conocer la forma de esta relación sino por el experimento.

### **Por lo tanto, hay que considerar dos aspectos en la medicina experimental**

- El arte de obtener hechos exactos por medio de investigaciones rigurosas
- El arte de ponerlas en obra por medio de un razonamiento experimental, con objeto de hacer resaltar el conocimiento de la ley de los fenómenos.

Pero, fuera del razonamiento experimental, no existen ya la observación y la experiencia, en el sentido abstracto que precede; no hay en la una como en la otra sino hechos concretos que tratan de obtenerse por procedimientos de investigaciones exactas y rigurosas. El investigador debe ser al mismo tiempo hábil observador y experimentador, no según que sea activo o pasivo en la producción de los fenómenos, sino según que obre o no sobre ellos para dominarlos.

### **Del investigador. De la investigación científica**

El arte de la investigación científica es la piedra angular de todas las ciencias experimentales. Si los hechos que sirven de base al razonamiento están mal establecidos o son erróneos, todo se derrumbará o todo resultará falso; por esta razón muchas veces los errores en las teorías científicas reconocen por origen errores en los hechos. En la investigación no hay más que hechos puestos en claro por el investigador y comprobados lo más rigurosamente posible por los medios más apropiados. No hay para qué distinguir aquí el observador del experimentador, por la naturaleza de los procedimientos de investigación puestos en práctica. El observador y el experimentador son investigadores que procuran comprobar los hechos lo mejor posible, y que emplean, con este objeto, los medios de estudio más o menos complicados, según la complejidad de los fenómenos que estudien. *Cada ciencia tiene un género de investigación que le es propio y un arsenal de instrumentos y procedimientos especiales; se distingue por la naturaleza de sus problemas y por la diversidad de los fenómenos que estudia.*

Todos los progresos de las ciencias experimentales se miden por el perfeccionamiento de sus medios de investigación. En la investigación científica, los menores procedimientos son de la mayor importancia. Cada vez que surge un medio nuevo y seguro de análisis experimental, se ve a la ciencia hacer progresos en las cuestiones a que puede aplicarse este medio. En definitiva, las mayores verdades científicas tienen sus raíces en los detalles de la investigación experimental, que constituyen, de algún modo, el suelo en el que las verdades se

desarrollan. Dice Bernard que es preciso haber ido a los laboratorios para comprender bien toda la importancia de todos los detalles de los procedimientos de investigación, que son, con mucha frecuencia, ignorados o despreciados por los falsos sabios que se llaman generalizadores. Y continua escribiendo que se ha dicho por alguno que la verdadera ciencia debería compararse a una llanura florida y deliciosa, a la que no se pudiera llegar sino después de haber subido escarpadas pendientes y haberse destrozado los pies a través de la maleza y de los espinos. Si me fuera preciso dar una conferencia que expresara mi sentimiento acerca de la ciencia de la vida, diría que es un soberbio salón todo resplandeciente de luz, en el que no se puede penetrar sino pasando por una larga y fea cocina.

### **Del observador y del experimentador. De las ciencias de observación y de experimentación**

Dónde se encuentra la distinción entre el observador y el experimentador? La opinión de Bernard es clara: se da el nombre de *observador* a aquel que aplica procedimientos de investigación, sencillos o complicados, al estudio de los fenómenos que no es necesario variar, y que los recoge, por consecuencia, tal y como la naturaleza los ofrece. Se llama *experimentador* al que emplea los procedimientos de investigación, sencillos o complicados, para hacer variar o modificar, con un objetivo cualquiera, los fenómenos naturales y hacerlos aparecer en circunstancias o en condiciones en las que la naturaleza nunca los presenta. En este sentido, *la observación es la investigación de un fenómeno natural y la experimentación es la investigación de un fenómeno modificado por el investigador*. Hemos manifestado que, bajo el punto de vista del razonamiento experimental, los nombres observación y experimento, tomados en sentido abstracto, significan, el primero, la acción de hacer constar un hecho; el segundo, la comprobación de una idea por un hecho.

Pero si miramos la observación únicamente en este sentido abstracto, no sería posible hallar una ciencia de observación. La simple enunciación de los hechos no podría jamás llegar a constituir una ciencia. Bueno sería multiplicar los hechos o las observaciones, pero esto poco enseñaría para instruirse; es necesario razonar sobre lo que se observa, comparar los hechos y juzgarlos por otros hechos que sirvan de comparación. Pero una observación puede servir de comparación a otra observación, de manera que una *ciencia de la observación* será sencillamente una ciencia hecha con observaciones, es decir, una ciencia en la que se razonará con experimentos, en la que se razonará sobre hechos de experimentación obtenidos en las condiciones que el experimentador ha creado y determinado por sí mismo. Es preciso añadir que todas las ciencias empiezan por ser de observación pura, y solamente avanzado en el análisis de los fenómenos se pueden hacer experimentales; porque el observador, transformándose en experimentador, imagina procedimientos de investigación para penetrar en el cuerpo humano y hacer variar las condiciones de los fenómenos. La *experimentación* no es más que los procedimientos de investigación que le son propios al experimentador, puestos en acción. Sin embargo, en cuanto al razonamiento experimental, será absolutamente el mismo en las ciencias de la observación y en las ciencias experimentales. Se producirá siempre juzgando por comparación, apoyándose sobre los

hechos, uno que sirve de punto de partida, otro que sirve de conclusión al razonamiento. Únicamente habrá que matizar que las ciencias de la observación los dos hechos siempre serán *observaciones*, en tanto que en las ciencias experimentales los dos hechos podrán arrancarse a la experimentación exclusivamente, o a la experimentación y a la observación a la vez, según los casos y según que se penetre más o menos profundamente en el análisis experimental. Desde el punto de vista filosófico, no hay diferencia esencial entre las ciencias de la observación y las ciencias de experimentación; existe, sin embargo, real y efectiva bajo el punto de vista de las consecuencias prácticas que el hombre puede sacar, y relativamente a la potencia que adquiere por su mediación. En las ciencias de observación el hombre observa y razona experimentalmente, pero no experimenta, y en este sentido se podría decir que una ciencia de observación es una *ciencia pasiva*. En las ciencias de experimentación el hombre observa, pero puede obrar sobre la materia, analiza las propiedades y provoca en provecho suyo la aparición de fenómenos que, sin duda, siempre suceden según leyes naturales, pero en condiciones en las que en la naturaleza no se habían realizado todavía. Por medio de las ciencias experimentales activas el hombre se convierte en inventor de fenómenos, un verdadero contramaestre de la creación; y no se podría, bajo este concepto, asignar límites a la potencia que puede adquirir sobre la naturaleza, por los futuros progresos de las ciencias experimentales. Queda la cuestión de saber si la Medicina debe quedar como ciencia de *observación* o convertirse en ciencia *experimental*, aunque, sin duda, debió empezar por ser una mera observación clínica. Para Bernard, sencillamente, la medicina está destinada a ser una ciencia experimental y progresiva.

### **El experimento no es, en el fondo, más que una observación provocada**

A pesar de la diferencia importante entre las ciencias llamadas de observación y las llamadas de experimentación, el observador y el experimentador tienen en sus investigaciones, el objeto común e inmediato de establecer y hacer constar los hechos o los fenómenos tan rigurosamente como sea posible y en los medios más apropiados; se comportan absolutamente como si se tratara de observaciones ordinarias. En efecto, en los dos casos se trata de la comprobación de un hecho; la única diferencia estriba en que el hecho que debe hacer constar el experimentador, no habiéndose presentado en la naturaleza, debe hacerlo aparecer, es decir, provocarlo por una razón particular y con un objeto determinado. De donde se deduce que el experimento no es más que una observación provocada con un objeto cualquiera. En el método experimental, la investigación siempre va acompañada de un razonamiento.

Importa recordar que, para comprobar una idea no siempre es absolutamente necesario hacer por sí mismo un experimento o una observación; será necesario recurrir al experimento cuando la observación que debe provocarse no exista preparada por completo en la naturaleza. Pero si está ya realizada una observación, sea natural, sea accidentalmente, sea por otro investigador, se la tomará hecha ya y se la invocará, sencillamente, para servir a la comprobación de la idea experimental; en este caso, el experimento no es nada más que una observación invocada como objeto de comprobación. De donde resulta que para razonar experimentalmente es

necesario, por regla general, tener unas ideas e invocar o provocar, enseguida, hechos; es decir, observaciones para comprobar esta idea preconcebida. Hay casos en que se experimenta sin idea previa que comprobar; sin embargo, la experimentación, en este caso, no está menos destinada a provocar una observación: únicamente la provoca con objeto de encontrar una idea que le indique el camino ulterior que debe seguir en la investigación. se puede decir, así, que el experimento es una *observación provocada con objeto de hacer nacer una idea*. En definitiva, el investigador busca y concluye; comprende al observador y al experimentador, persigue el descubrimiento de nuevas ideas, al propio tiempo que busca los hechos para sacar una conclusión o un experimento propio para comprobar otras ideas.

En sentido general y abstracto, el *experimentador* es aquel que invoca o provoca, en condiciones determinadas, hechos de observación para sacar la enseñanza que desea; es decir, la experiencia. El *observador* es aquel que obtiene los hechos de observación y que juzga si están bien establecidos y comprobados con la ayuda de los medios convenientes. Sin esto, las conclusiones basadas sobre estos hechos estarían sin sólido fundamento. Por esta razón el experimentador debe ser, al propio tiempo, buen observador, y en el método experimental, la experiencia y la razón marchan siempre de la mano.

### **En el razonamiento experimental, el experimentador no se separa de la observación**

Decía Bernard que el sabio que quiera abrazar el conjunto de los principios del método experimental, debe llenar dos órdenes de condiciones y poseer dos cualidades del ánimo, que son indispensables para alcanzar su objetivo y llegar al descubrimiento de la verdad. Desde luego debe *tener una idea*, que somete a la comprobación de los hechos; pero al mismo tiempo debe asegurarse que *los hechos sirven de punto de partida* o comprobación a su idea, están bien establecidos y son justos; esta es la razón por la que debe ser al propio tiempo observador y experimentador. El *observador* hace constar pura y sencillamente el fenómeno que tiene a la vista. No debe tener otro cuidado que precaverse contra errores de observación que podrían hacerlo ver incompletamente o definir mal un fenómeno. El observador debe ser un fotógrafo de los fenómenos; su observación debe representar exactamente la naturaleza. Es preciso observar sin idea preconcebida; el ánimo del observador debe ser pasivo; escucha a la naturaleza y escribe según ella le dicta. Pero una vez comprobado el hecho y bien observado el fenómeno, nace la idea, el razonamiento interviene y el experimentador aparece para interpretar el fenómeno.

El *experimentador* es aquel que, en virtud de una interpretación más o menos probable de los fenómenos observados, instituye el experimento de manera que, en el orden lógico de sus previsiones, suministre un resultado que sirva de prueba a la hipótesis o a la idea preconcebida. Para esto, el experimentador reflexiona, ensaya, tantea, compara y combina para encontrar las condiciones experimentales más propias para alcanzar el objeto que se propone. Es preciso de todo punto experimentar con idea preconcebida. El ánimo del experimentador debe ser activo; debe interrogar a la naturaleza y proponer las cuestiones en todos los sentidos, según las

diversas hipótesis que le sugieren. Pero una vez instituidas las condiciones del experimento, y puestas en obra según la idea preconcebida o el punto de vista anticipado del ánimo, aquel (el experimento) va a resultar una observación provocada o premeditada. Desde el momento en que el resultado del experimento se manifiesta, el experimentador se encuentra enfrente de una verdadera observación que ha provocado y que es necesario comprobar, como toda observación, sin ninguna idea preconcebida. Debem, en este momento, desaparecer el experimentador, o mejor dicho, transformarse en observador; solamente cuando haya comprobado los resultados del experimento, absolutamente igual que los de una observación ordinaria, su espíritu se rehará para razonar, comparar y juzgar si la hipótesis experimental está comprobada o denegada por los mismos resultados.

El experimentador no debe tener presente en su imaginación la idea, sino como un medio de pedir una respuesta a la naturaleza. Pero debe *someter* su idea a la naturaleza y estar presto a abandonarla, modificarla o cambiarla, según lo que la observación de los fenómenos que él ha provocado, le enseñe. ay, por tanto, dos operaciones a considerar en un experimento. La primera consiste en *premeditar* las condiciones del experimento antes de realizarlo; la segunda, en comprobar los resultados del experimento. Se podría, también, distinguir y separar en el experimentador al que premedita e instituye el experimento, del que lleva a cabo la ejecución y comprueba los resultados. En el primer caso, es el espíritu del inventor científico el que obra; en el segundo, son los sentidos los que observan y comprueban. Los que ha condenado el uso de las hipótesis y de las ideas preconcebidas en el método experimental, han confundido, forzosamente, la invención del experimento con la comprobación de los hechos. La idea es el principio de todo razonamiento y de toda invención, y a ella corresponde toda especie de iniciativa.

Según Bernard, el sabio completo abraza, a la vez, la teoría y la práctica experimental:

- Comprueba un hecho;
- A propósito de este hecho, nace en su espíritu una idea;
- En vista de la idea razona, instituye un experimento, imagina y realiza las condiciones materiales;
- De este experimento resultan nuevos fenómenos, que es preciso observar, y así consecutivamente.

El espíritu del sabio se encuentra siempre, puede decirse, entre dos observaciones: una que sirve de punto de partida al razonamiento; otra que sirve a la conclusión. Los términos del método experimental son solidarios unos de otros. Los hechos son los materiales necesarios; pero su agrupación, su acción por medio del razonamiento experimental, es decir, la teoría, constituye y edifica verdaderamente la ciencia. La idea formulada por los hechos, representa la ciencia. La hipótesis experimental no es otra cosa que la idea científica preconcebida o anticipada. La teoría es nada más que la idea científica comprobada por el experimento. El razonamiento solo sirve para dar una forma a nuestras ideas, de suerte que todo se conduce primitiva y finalmente a una idea. Esta constituye el punto de partida o el primer móvil de todo razonamiento científico, y es, igualmente, el objeto en la aspiración, el espíritu *hacia lo desconocido*.

El capítulo segundo de esta primera parte, bajo el título *De la idea a priori y de la duda en el razonamiento experimental*, se compone de siete apartados, y del cual extraemos algunas de las ideas que a continuación exponemos:

- Las verdades experimentales son objetivas o exteriores.
- La intuición o el sentimiento engendran la idea experimental.
- El experimentador debe dudar, huir de las ideas fijas y conservar siempre su libertad de ánimo.
- Carácter independiente del método experimental.
- De la inducción y de la deducción en el razonamiento experimental.
- De la duda en el razonamiento experimental.
- Del principio del criterio experimental.
- De la prueba y la contraprueba.

Comienza Bernard el segundo capítulo poniendo de relieve que todos nos formamos primitivamente una idea acerca de lo que vemos, y el hombre se eleva a interpretar los fenómenos de la naturaleza por anticipación antes de conocerlos por experiencia. Pero el método experimental tiene por objeto transformar esta concepción *a priori*, fundada sobre un presentimiento vago de las cosas, en una interpretación a posteriori, establecida sobre el estudio experimental de los fenómenos. Por esta razón se ha llamado también al método experimental *método a posteriori*. El hombre es metafísico y orgulloso; ha podido creer que las creaciones ideales de su espíritu, que corresponden con sus sentimientos, representaban también la realidad. De donde se deduce que el método experimental no es primitivo y natural en el hombre, y que, únicamente, después de haber errado largo tiempo en las discusiones teológicas y escolásticas, ha acabado por reconocer la esterilidad de sus esfuerzos en este camino. El hombre se apercebó entonces de que no podía dictar leyes a la naturaleza, porque no posee en sí mismo el conocimiento y el *criterium* de las cosas exteriores, y comprendió que para llegar la verdad debe, por el contrario, estudiar la leyes naturales y someter sus ideas, si no a su razón, sí a la experiencia, es decir, al criterio de los hechos. El metafísico, el escolástico y el experimentador, proceden todos por una idea a priori. Se diferencian en que el escolástico impone su idea como verdad absoluta que ha encontrado, y de la que deduce, enseguida, por medio de la lógica, solo, todas las consecuencias. El experimentador, más modesto, plantea, por el contrario, su idea como una cuestión, como una interpretación anticipada de la naturaleza más o menos probable, de la que deduce, lógicamente, las consecuencias que confronta a cada momento con la realidad por medio del experimento.

La idea experimental es, pues, una idea a priori, pero idea que se presenta bajo la forma de una hipótesis, cuyas consecuencias deben someterse al criterio experimental con objeto de juzgar su valor. El espíritu del experimentador se distingue del metafísico y del escolástico por la modesta, porque, a cada momento, el experimento le da la conciencia de su ignorancia relativa y absoluta. Así pues, el espíritu humano, en los diversos períodos de su evolución, ha pasado sucesivamente por el sentimiento, la razón y el experimento. Al principio, el sentimiento único, imponiéndose a la razón, creó las verdades de la fe; es decir, la Teología. Haciéndose

enseguida señora, la razón o la Filosofía, dio nacimiento al escolasticismo. Por último, el experimento enseñó al hombre que las verdades del mundo exterior no se encuentran formuladas de primer golpe ni en el sentimiento ni en la razón; son únicamente nuestros guías indispensables. En la investigación, por medio del método experimental, el sentimiento tiene siempre la iniciativa, engendra la idea *a priori* o la intuición; la razón o el razonamiento desarrolla enseguida la idea y deduce sus lógicas consecuencias. Pero si el sentimiento debe aclararse por las luces de la razón, la razón a su vez debe guiarse por el experimento.

### Las verdades experimentales son objetivas o exteriores

La verdad solo aparece en su espíritu bajo la forma de una relación o de una *referencia* absoluta y necesaria. Pero esta relación no puede ser absoluta sino en tanto que las condiciones sean sencillas y subjetivas; es decir, que el espíritu tenga conciencia de que las conoce todas. Según Bernard, el hombre puede supeditar todos sus razonamientos a dos criterios: uno interior y consciente, que es cierto y absoluto; otro exterior e inconsciente, que es experimental y relativo. El razonamiento experimental es, por tanto, el único que el naturalista y el médico pueden emplear para buscar la verdad y aproximarse a ella, en lo posible. En efecto, por su naturaleza misma de criterio exterior e inconsciente, la experiencia no da sino la verdad relativa, sin que nunca se pueda probar al espíritu que la posee de una manera absoluta

### La intuición o el sentimiento engendran la idea experimental

El sentimiento engendra la idea o la hipótesis experimental, es decir, la interpretación anticipada de los fenómenos de la naturaleza. Toda iniciativa experimental está en la idea, porque es la que provoca el experimento. La razón o el razonamiento no sirven sino para deducir las consecuencias de esta idea y someterlas al experimento. Las ideas experimentales no son innatas. Para tener una primera idea de las cosas, es preciso verlas; para tener una idea acerca de un fenómeno de la naturaleza, es preciso primero observarlo. A consecuencia de una observación, se presenta al ánimo una idea relativa a la causa del fenómeno; después se introduce esta idea anticipada en un razonamiento en virtud del que se hacen experimentos para comprobarla. Las ideas experimentales pueden nacer, bien a propósito de un hecho observado al azar, bien a consecuencia de una tentativa experimental, ya como corolario de una teoría admitida. La idea experimental no es arbitraria, ni puramente imaginaria; debe tener siempre un punto de apoyo en la realidad observada, es decir, en la naturaleza. La hipótesis experimental debe siempre fundarse en una observación anterior.

Si los hechos dan necesariamente nacimiento a las ideas, cada hecho nuevo debería engendrar una idea nueva. En opinión de Bernard, el método experimental no dará ideas nuevas y fecundas a aquellos que no las tienen; servirá únicamente para dirigir las en aquellos que las poseen, y para desarrollarlas, a fin de obtener los mejores resultados posibles. Un buen método favorece el desarrollo científico y precave al sabio contra las causas de error, tan numerosas, que encuentra en la investigación de la verdad.

### El experimentador debe dudar, huir de las ideas fijas y conservar siempre su libertad de ánimo

La primera condición que debe observar un sabio que se dedica a la investigación, es conservar una entera libertad de ánimo, basada en la duda filosófica; sin embargo, *necesita creer en la ciencia*, en la relación absoluta y necesaria de las cosas. Cuando hacemos una teoría general de nuestras creencias, la única cosa de que estamos ciertos es que todas estas teorías son falsas, absolutamente hablando; no son más que verdades parciales y provisionales que nos son necesarias. Si el razonamiento nos guía en la ciencia experimental, no nos impone necesariamente sus consecuencias. Nuestro espíritu puede quedar libre de aceptar o de discutir. Los hombres que tienen excesiva fe en sus teorías o en sus ideas están, no solamente mal dispuestos para hacer descubrimientos, sino que hacen muy malas observaciones. En la educación científica importa mucho distinguir el determinismo, que es el principio absoluto de la ciencia, de las teorías, que solo son principios relativos a los que se debe acordar un valor provisional en la investigación de la verdad. En una palabra, *es preciso no enseñar las teorías como dogma de fe*. En definitiva, hay que considerar dos cosas en la ciencia experimental: el método y la idea. El método tiene por objeto dirigir la idea que se lanza a la interpretación de los fenómenos naturales y en la investigación de la verdad. La idea debe siempre quedar independiente y no encadenarla, tanto por creencias científicas como por creencias religiosas o filosóficas. *Se presta mayor servicio a la ciencia por el error que por la confusión*. La idea es el móvil de todo razonamiento en ciencia y en todo en la vida. Pero siempre debe someterse la idea a un *criterio*. En ciencia, este criterio es el método experimental.

### Carácter independiente del método experimental

La revolución que ha operado el método experimental en las ciencias consiste en haber sustituido un criterio científico a la autoridad personal. Hay dos partes en las ciencias en evolución: una adquirida, otra por adquirir. El método experimental tiene en sí mismo una autoridad *interpersonal* que domina la ciencia; es el método científico que proclama la libertad del espíritu y del pensamiento. El experimentador hace acto de humildad negando la autoridad personal, porque duda también de sus propios conocimientos, y somete la autoridad de los hombres a la de la experiencia y a la de las leyes de la naturaleza. El método experimental busca la verdad científica. El *sentimiento* debe conservar su completa espontaneidad y toda su libertad para la manifestación de las ideas experimentales; la *razón* debe también conservar la libertad de dudar, y por esto se impone la obligación de someterse a la idea de comprobación por el experimento.

### De la inducción y de la deducción en el razonamiento experimental

Hay dos formas de razonamiento: 1ª, la forma *investigadora* o interrogativa, que emplea el hombre que no sabe y que quiere instruirse; 2ª, la forma *demostrativa* o afirmativa, que emplea el hombre que sabe o cree saber y quiere instruir a los demás. Los filósofos, dice Bernard, parece que han distinguido estas dos formas de razonamiento bajo los nombres de razonamiento *inductivo* y de razonamiento *deductivo*. Así, han admitido también dos métodos científicos: el método *inductivo*, o de

inducción, propio para las ciencias físicas o experimentales, y el método *deductivo*, o la *deducción*, perteneciente a las ciencias matemáticas más especialmente. Resultaría de esto que la forma especial del razonamiento experimental sería la *inducción*. Para llegar a los principios o las teorías es necesario un razonamiento investigativo, inductivo o interrogativo, ha sido preciso primero observar algo que ha pasado dentro o fuera de nosotros. En las ciencias hay, bajo el punto de vista experimental, las ideas que *a priori*, porque son el punto de partida de un razonamiento experimental. Bajo el punto de vista de la idiogénesis, son todas, en realidad, ideas *a posteriori*. En una palabra, la *inducción* ha debido ser la forma del razonamiento primitivo y general, y las ideas que los filósofos y los sabios toman constantemente por ideas *a priori*, son en el fondo, ideas *a posteriori*.

### De la duda en el razonamiento experimental

El razonamiento experimental es, precisamente, la inversa del razonamiento escolástico. El escolasticismo quiere siempre un punto de partida fijo e indudable, y no pudiendo encontrarlo ni en las cosas exteriores, ni en la razón, lo toma de una fuente *irracional* cualquiera; como una revelación, una tradición, o una autoridad convencional o arbitraria. El experimentador, por el contrario, nunca admite punto de partida inmutable; su principio es un postulado, del que deduce, lógicamente, todas las consecuencias, pero sin jamás considerarlo como absoluto y fuera de los ataques del experimento. El razonamiento sistemático o escolástico es natural al espíritu inexperto y orgulloso; solamente por el estudio experimental profundo de la naturaleza se llega a adquirir el talento dudoso del experimentador. Cuando Descartes parte de la duda universal y rechaza la autoridad, da los preceptos más prácticos para el experimentador que los que da Bacon para la inducción. En efecto, sólo la duda provoca el experimento, que es, por último, la que determina la forma de razonamiento experimental.

### Del principio del criterio experimental, así como del principio de la prueba y la contraprueba

El experimentador debe dudar de su sentimiento, de la idea *a priori* o de la teoría que le sirve de punto de partida; por esta razón es precepto absoluto someter siempre su idea al criterio experimental para aquilatar su valor, teniendo en cuenta que en el método experimental el *único criterio real es la razón*. La ciencia rechaza lo indeterminado, y cuando en medicina se quieren fundar opiniones sobre el tacto médico, sobre la inspiración o sobre una intuición más o menos vaga de las cosas, se está fuera de la ciencia y se da el ejemplo de la medicina de fantasía, que puede ofrecer los mayores peligros dejando la salud y la vida de los enfermos a los caprichos de un ignorante inspirado. La verdadera ciencia enseña a dudar y abstenerse de la ignorancia. Por otra parte, la contraprueba se convierte en carácter esencial y necesario de la conclusión del razonamiento experimental; es la expresión de la duda filosófica llevada tan lejos como es posible. La contraprueba es la que juzga si la relación de causa a efecto que se busca en los fenómenos se ha encontrado. Para esto, la contraprueba suprime la causa admitida para ver si el efecto persiste, apoyándose sobre el adagio antiguo y verdaderamente absoluto: *Sublata causa, tollitur effectus*. Es lo que todavía se llama el *experimentum crucis*.

Toda la filosofía natural se resume en ésta: *conocer la ley de los fenómenos*. Todo el problema experimental se reduce a prever y dirigir los fenómenos; pero este doble objeto no puede alcanzarse en los cuerpos vivientes sino por ciertos principios esenciales de experimentación, aspectos sobre los cuales trata el resto de la obra. En definitiva, según dijo el filósofo Henri Bergson (1859-1941), refiriéndose a la obra que comentamos “Es para nosotros algo así como lo fue para los siglos XVII y XVIII el *Discurso del método*” (Bergson, 2005,84). La razón principal del interés perdurable logrado por la *Introducción* puede buscarse en que el autor extrajo de sus propios e innumerables experimentos las ideas básicas y generales de su filosofía; también, en que, aunque se refirió a sus experimentos como ejemplos de referencia, Bernard evitó los detalles, que con toda seguridad, hubieran distraído la atención de los principios generales. Pero, tal vez el mejor resumen de la *Introducción* fue el realizado por Émile Zola (2002,6), al comienzo de *La novela experimental*: “Claude Bernard establece, de entrada, las diferencias que existen entre las ciencias de la observación y las ciencias de la experimentación. Y llega a concluir que la experimentación, en el fondo, no es más que una observación provocada. Todo el razonamiento experimental está basado en la duda... Acepta simplemente los fenómenos que se producen cuando están probados [...] (Zola, 2002,8). La obra, sin duda, para su adecuada comprensión, hay que situarla en el contexto de la época; desde entonces hasta la fecha actual, la filosofía de la ciencia y los conocimientos científicos han avanzado de forma considerable, lo que nos puede llevar a infravalorar, cuando no, ignorar, el avance real que supuso la obra de Bernard. El libro finaliza en los siguientes términos: “Es, por tanto, importante y necesario cuidar en la educación que los conocimientos que deben armar la inteligencia no la abrumen por su peso, y que las reglas destinadas a sostener el lado débil del espíritu no ahogue o atrofie el potente y fecundo.

No debo entrar aquí en otras consideraciones; he debido limitarme a resguardar las ciencias biológicas y a la Medicina experimental contra las exageraciones de la erudición y contra la invasión y dominación de los sistemas, porque estas ciencias, sometiéndose a aquellas verían desaparecer su fecundidad y perderían la independencia y la libertad de espíritu, que serán siempre las condiciones esenciales de todos los progresos de la humanidad” (Bernard, 2005, 436). En definitiva, añadimos nosotros, la medicina experimental no responde a ninguna doctrina médica ni a sistema filosófico alguno. Tal concepción de su sistema fisiológico, lo estableció Bernard sobre bases teóricas y prácticas bien elaboradas.

## REFERENCES

- Bacon, F. 2004. *Novum Organum*. Losada: Buenos Aires.
- Bergson, H. 2005. *La evolución creadora*. Espasa Calpe: Madrid.
- Bernard, C. 2005. *Introducción al estudio de la Medicina Experimental*. Crítica: Barcelona.
- Cuvier, G. 1817. *Le regne animal distribue d'après son organisation*. París: Fortin, Masson et C<sup>ie</sup>.
- Descartes, R. 1987. *El Discurso del Método*. Alhambra: Madrid
- García Barreno, P. 2005. Prólogo, en *Introducción al estudio de la Medicina Experimental* de Claude Bernard. Crítica: Barcelona.
- Goethe, J. W. von, 2007. *Teoría de la naturaleza*. Madrid: Tecnos
- Zimmermann, E.A.W. von 1777. *Specimen zoologiae geographicae quadrupedum*. Luduni: Betavorum.
- Zola, E. 2002. *El naturalismo*. Península: Barcelona.

\*\*\*\*\*