

# EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS VIII JORNADAS

VOLUMEN 4 (1998), Nº 4

Horacio Faas

Luis Salvatico

Editores



ÁREA LOGICO-EPISTEMOLÓGICA DE LA ESCUELA DE FILOSOFÍA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons atribución NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



# La estructura teórica de la fisiología

César Lorenzano\*

## Introducción

Ha sido habitual que la filosofía de la ciencia descuidará el análisis de las disciplinas del campo biomédico, soslayando su importancia cognoscitiva, y el peso que les asigna la sociedad a la hora de difundir y premiar sus resultados, tan gravitantes sobre el bienestar y la supervivencia de los seres humanos.

Me propongo llenar -parcialmente- ese vacío, analizando la estructura teórica de la fisiología, esa gran disciplina científica -todavía vigente- que nace hacia 1847 en la obra de Claude Bernard<sup>1</sup>, y que llega a constituirse en la primera disciplina biológica que suscita el consenso de su comunidad científica, años antes que las teorías que postulaban contemporáneamente Mendel y Darwin.

Para ello, ante la ausencia de referencias explícitas a leyes generales o teorías en libros de texto y artículos, -como sucede por otra parte con las disciplinas del campo biomédico-, propondré que los parecidos que guardan entre sí las diversas experiencias -aparentemente aisladas- que se relatan en esas páginas sólo pueden explicarse si son interpretados como modelos de una estructura teórica implícita, construida en el curso de las investigaciones fundacionales de Claude Bernard.

A fin de descifrarla, mostraré sucesivamente:

- i. su ruptura con el conocimiento anterior;
- ii. las experiencias que forjan su primer modelo paradigmático;
- iii. la génesis histórica y las relaciones internas de sus conceptos teóricos;
- iv. los presupuestos que permiten su construcción;

## La fisiológica, teoría de la vida

El primer paso que realiza Claude Bernard es sentar la independencia epistémica de la fisiología al defender la especificidad del método experimental en fisiología.

Es necesario recordar que anteriormente, se suponía -en consonancia con el pensamiento cartesiano- que la *función* de los órganos era deducible de su forma anatómica, y que la anatomía comparada permitía llegar a "conclusiones

---

\* Universidad Nacional de Tres de Febrero. Universidad de Buenos Aires

<sup>1</sup> Tomaré como base de mi análisis el siguiente escrito: Bernard, Claude, *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, Paris, Bailliére, 1865. Las citas en el texto corresponden a la versión española: *Introducción al estudio de la medicina experimental*, Buenos Aires, El Ateneo, 1959.

verosímiles sobre las características y el uso de cada órgano”, puesto que como “la naturaleza presenta en toda clase de animales todas las combinaciones posibles de órganos”, podrían observarse entonces los efectos que provocaba la presencia o la ausencia de un órgano determinado.

Supuestamente, esto hacía innecesaria la experimentación en los organismos vivos, que por otra parte se pensaba era una estrategia errónea de investigación, ya que su implementación alteraría irremediablemente la “máquina” del organismo, falseando los resultados.<sup>2</sup>

Cuando Claude Bernard rechaza estos supuestos, y postula la necesidad de hacer experiencias con seres vivos, separa tajantemente las ciencias de la vida, de la anatomía y de la química, otorgándoles autonomía epistémica y experimental. En sus palabras:

“Ni la anatomía ni la química son suficientes para resolver una cuestión fisiológica; es sobre todo la experimentación en los animales que, permitiendo encontrar en un ser vivo el mecanismo de una función, conduce al descubrimiento de fenómenos que ella sola puede iluminar, y que ninguna otra hacía prever”.

La manera en que corrobora estas afirmaciones implica una cierta circularidad, ya que depende de los resultados de sus experiencias, que a su vez son inseparables de la teoría fisiológica que formula a medida que las realiza.

Como veremos más adelante, esta ciencia nueva es inseparable no sólo de una metodología, sino también de una concepción de la enfermedad y del tratamiento, ligando el comienzo de las ciencias biológicas a preocupaciones específicamente médicas.

### El nacimiento de la fisiología

Las investigaciones de Claude Bernard se inscriben en el desciframiento de una antigua dolencia, la diabetes.<sup>3</sup> Cuando las inicia, se creía que únicamente los vegetales podían producir azúcares; que los que existían en los animales provenía sólo de los alimentos que los contenían, y que diabetes se debería a excesos en su ingesta.

A fin de conocer los pasos que sigue el azúcar en el organismo, comienza por el más simple de los “experimentos para ver”: suministra a un perro una sopa de leche azucarada, sacrificándolo al cabo de pocas horas. Cuando encuentra esta

---

<sup>2</sup>Esta era la opinión de Comte en la Lección Cuarenta del *Curso de fisiología general y comparada*. Por el contrario, para Claude Bernard, la anatomía comparada era la condición de posibilidad de una fisiología general, a partir de experiencias de fisiología comparada.

<sup>3</sup>La diabetes había sido caracterizada en la antigüedad por Arataeus como aquella en la cual “la carne y los miembros se derretían en la orina”, de un dulzor que Dobson, ya adentrado el siglo XVIII, demuestra se debe a la presencia de azúcar (glucosa).

sustancia en el hígado y en la sangre de las venas que salían de él, concluye que provenía del intestino, al que había llegado luego de la ingesta. En la experiencia siguiente, varía las condiciones iniciales -coherente con las reglas metodológicas- para obtener un hecho sorprendente: pese a que en esta ocasión había alimentado al animal sólo con carne, el azúcar aparece nuevamente en el hígado y en la sangre. Comienza entonces a investigar su presencia en cualquier condición de alimentación, incluyendo el ayuno. Contra todos los supuestos, el hallazgo se repite.

En el siguiente descubrimiento colabora en cierta medida el azar -la famosa serendipia-, aunque la lectura que hace Claude Bernard del suceso hubiera sido imposible sin sus convicciones metodológicas.

Se trató de lo siguiente. Habitualmente -para controlar los resultados-, realizaba dos mediciones del contenido de azúcar del hígado recién extraído a un animal al que había alimentado de cierta manera. En esta ocasión -apremiado por el tiempo- deja una de ellas sin hacer. Cuando al día siguiente efectúa la determinación correspondiente, encuentra una cantidad de azúcar *mayor* que la que obtuvo en la primera. En una experiencia posterior, lava las venas suprahepáticas -eliminando así toda la glucosa-, para constatar que había reaparecido al día siguiente. Contra todas las previsiones, las experiencias muestran que el hígado se carga de azúcar después de la muerte, y la vierte a la sangre.

La única interpretación posible es que el azúcar se produce en el hígado, antes de pasar a la sangre y distribuirse al resto del organismo para ser consumida como energía y calor.

Al profundizar el estudio, descubre que el azúcar se forma a partir de una sustancia similar al almidón -que llamó glucógeno o formador de glucosa-. Estos hechos refutan la teoría ampliamente aceptada por la cual sólo los vegetales producen a los azúcares.

Las experiencias posteriores de Claude Bernard muestran que el hígado es el gran regulador del azúcar en la sangre, puesto que en su ausencia es imposible mantenerla en niveles constantes, y que su extirpación los baja progresivamente, hasta concluir con la muerte; en esas condiciones, tampoco es posible aumentarla por ningún medio, incluso aunque al animal de experimentación se le provoque previamente una diabetes.

Podemos leer hoy estas investigaciones como el inicio de una auténtica revolución científica, en la que se funda la fisiología moderna -y por ende la medicina que conocemos-.

Como acostumbra a suceder en historia de la ciencia, las nuevas teorías científicas se forjan en el curso de investigaciones específicas que constituyen lo que sería su primer ejemplo, su *modelo paradigmático* en la terminología de la

concepción estructural de las teorías<sup>4</sup>. En el caso de la fisiología, pareciera claro que éste es su modelo fundacional, aquél cuyos patrones sigue toda la investigación fisiológica posterior, y el que fuerza, para su comprensión, la formulación de sus conceptos teóricos más característicos -implícitos por otra parte en la secuencia de los experimentos-.

### La estructura conceptual de la fisiología

A fin de hacer plausible esta presunción, identificaremos los términos propios de la fisiología, visualizando sus orígenes en la historia de la ciencia, la situación experimental de la que surgen, y sus mutuas relaciones en el seno de una teoría.

El primer concepto al que nos referiremos es el de *secreción interna*.

Aunque es introducido por primera vez por Théophile de Bordeu<sup>5</sup> para sugerir con él que cada tejido podría volcar en la sangre sus secreciones específicas, Claude Bernard se apropia del mismo para inscribirlo en su concepción global acerca del funcionamiento del organismo, aplicándolo paradigmáticamente al hecho de que el hígado vuelca el azúcar a la sangre, y al extenderlo a todo fenómeno por el cual los distintos órganos vierten sus productos en la sangre, lo distingue de la *secreción externa*, como la de los jugos pancreáticos.

Como veremos más adelante, es solidario con otro término teórico de la fisiología, el de *medio interno*, por el cual Claude Bernard designa al ambiente líquido en el que viven las células del organismo, y en el que tienen lugar todos sus intercambios vitales. La manera que encuentra para hacer inteligible este concepto es comentar que mientras los microorganismos unicelulares viven en contacto con un medio externo, en el que realizan sus intercambios vitales, las células de los organismos complejos viven en un *medio interno* de composición constante que les permite llevar una vida libre e independiente de las condiciones ambientales. Por supuesto, este medio interno es en primer lugar la sangre, como lo sugiere la experiencia del azúcar fabricado por el hígado.

El tercer término teórico -de *homeostasis*, introducido posteriormente por Cannon para designar lo que Bernard teoriza-, señala que la composición de este medio interno es constante, debido a un equilibrio dinámico que se mantiene pese a los continuos cambios en el intercambio con el exterior. Conduce directamente a su formulación, el hecho de que fueran constantes los valores de azúcar pese a las variaciones en la alimentación. Con todo, el que los valores de las sustancias en la

---

<sup>4</sup> Me refiero a la concepción estructural de las teorías tal como la exponen Joseph Sneed, Wolfgang Stegmüller y C. Ulises Moulines. Véase:

Moulines, C. Ulises, *Exploraciones metacientíficas*, Ariel, Barcelona, 1982.

Balzer, W. Moulines C.U., Sneed, J. *An architectonic for science*, Riedel, Dordrecht, 1987.

<sup>5</sup> Théophile de Bordeu, *Recherches sur les maladies chroniques*, VI, *Analyse medicinale du sang*, 1775.

sangre se mantengan dentro de un cierto rango, más que una certeza experimental, es una propuesta teórica que funciona orientando las investigaciones.

Este concepto es complejo, y exhibe una de las características más notables de la teoría fisiológica, que la haría sustancialmente distinta a las concepciones mecanicistas en boga, para las cuales los órganos son independientes unos de otros, y poseen una función propia, asimismo independiente -que surge, habitualmente, de su forma específica-: el estómago digiere, el corazón impulsa la sangre. La noción de medio interno y su sistema autoregulator las unifica, visualizándolas -y haciéndolas visibles para la investigación - como contribuciones a la constancia de su medio interno, y por ende, a la gran finalidad de la vida, que coincide con su mantenimiento.

Si ponemos en paralelo a los términos teóricos y a las distintas instancias de la situación experimental, resultará más nítido cómo los primeros son casi necesarios para su correcta interpretación.

TERMINOS TEÓRICOS	SITUACIÓN EXPERIMENTAL
<i>Secreción interna</i>	El hígado vierte el azúcar que produce en la sangre
<i>Medio interno</i>	Sangre
<i>Homeostasis</i>	Los valores de azúcar en la sangre son constantes, regulados por el hígado

Podemos reconstruir ahora la ley fundamental de la fisiología, aquella que relaciona entre sí a todos sus términos, de la siguiente manera:

“Las células de los distintos órganos regulan la cantidad y composición de sus secreciones al medio interno, de tal manera que se mantienen constantes los valores de sus componentes principales -homeostasis-”.

La *teorización* realizada sobre la experiencia “empírica” -que culmina con un enunciado teórico- hace que no sean únicamente el hígado, ni la sangre, ni el azúcar de aquello que habla la fisiología, ya que permite interpretar los hallazgos experimentales que narráramos de tal manera que su significado fisiológico adquiere una transparencia plena, transformándolos de hechos aislados en un conjunto coherente de sucesos. Vemos a su luz que la producción de glucosa por parte del hígado, cuando compensa el exceso o el déficit en la ingesta de azúcares, y mantiene constante sus valores en sangre, lo hace como un caso del funcionamiento general del organismo, una vez introducidos sus términos teóricos y sus mutuas relaciones.

El concepto de teoría científica que implica la propuesta de Claude Bernard, con constantes reguladas por múltiples factores -*retroalimentándose mutuamente* en su equilibrio- es de una absoluta novedad para la época. Al contrario de las leyes de la física, las constantes y factores de la fisiología constituyen una dupla de

*conjuntos abiertos* –en el sentido de que no se encuentran definidos extensionalmente- que las investigaciones se encargan de expandir en el curso de su historia *normal*.<sup>6</sup>

Una consecuencia natural de que, como toda teoría, la teoría fisiológica es relativamente vacía empíricamente, y sólo señala los sitios a los que debe apuntar la investigación, los huecos que se deben llenar, guiándola con los ejemplos que suministran sus modelos paradigmáticos. No casualmente, la ley fundamental de la fisiología –tal como surge de los textos fundacionales de Claude Bernard- no especifica cuáles son las células de los órganos de las que habla, cuáles son sus productos de secreción interna, ni cuáles son las constantes que regulan.

Quisiéramos remarcar, asimismo, que si bien la génesis histórica de sus conceptos más característicos iluminan aspectos de su constitución, sólo comprendemos cabalmente el significado que poseen –como hemos visto-, allí, en sus interconexiones en el seno de la teoría ya concluida, y en la interpretación que permite hacer de sus experiencias paradigmáticas.<sup>7</sup>

En efecto. Tanto *secreción interna* como *medio interno* adquieren sentido si y solo si sus elementos se regulan mutuamente –homeostasis-, y si se señalan sus modelos paradigmáticos, empíricos, a fin de anclar su referencia.

### Presupuestos

No podríamos concluir esta breve referencia a la construcción histórica de la teoría fisiológica, sin referirnos a un pequeño conjunto de presunciones previas, términos y disciplinas presupuestas, sin las cuales no pueden pensarse ni comprenderse las experiencias fundacionales, ni su cristalización en una teoría independiente.

La primera de ellas es que no hay diferencias ni jerarquías entre los reinos animal y vegetal desde el punto de vista de su funcionamiento fisiológico. Esto facilitó que Claude Bernard captara inmediatamente el significado de la experiencia por la cual aparece glucosa en el hígado en un animal en ayunas, que debió ser desconcertantes para sus contemporáneos, puesto que no admitían que los animales sintetizaran azúcares, como lo hacía los vegetales.

La segunda, es concordar en que la unidad funcional del organismo es la célula, y no los órganos o los tejidos. La teoría celular se constituye en una teoría presupuesta para la fisiología, que sostiene que “los fenómenos vitales son el

---

<sup>6</sup> De su originalidad hablan los fuertes parecidos que posee con una concepción que aparecería casi cien años más tarde, la teoría general de sistemas.

<sup>7</sup> En esto nos distanciamos de las concepciones de George Canguilhem, quien estudia la constitución histórica del campo fisiológico, y de sus conceptos, y analiza la obra de Claude Bernard. Véase: Canguilhem, George, “La constitution de la physiologie comme science”, Introducción a Charles Kayser (ed.), *Physiologie*, Flammarion, Paris, 1963.

resultado del contacto entre las unidades orgánicas de un cuerpo con el medio fisiológico interno”<sup>8</sup>.

La tercera consiste en pensar que los fenómenos que ocurren en los organismos vivos son determinísticos. Esto se traduce en la posibilidad de encontrar leyes generales para sus múltiples, casi infinitos funcionamientos, y por lo tanto, en sentar las condiciones de su cientificidad.

Claude Bernard liga el determinismo a la presunción de que los fenómenos de la vida no son -en principio- de una índole que puedan ser comprendidos mediante los recursos estadísticos. Uno de los ejemplos con el que ilustra sus puntos de vista es el episodio en el que descubre la función glucogénica del hígado, en el que asigna una importancia crucial a la diferencia en la cantidad de glucosa entre la primera y la segunda medida, en vez de promediarlas, con lo que el fenómeno habría pasado inadvertido.

Existe un último prerrequisito, apenas sugerido anteriormente, y que significa la imposibilidad de separar a la fisiología del campo específicamente médico; por el contrario, sólo en él, en los interrogantes acerca de la salud y la enfermedad, pudo surgir y desarrollarse. Si se lo expresa en forma de tesis, diremos que la fisiología compromete, teórica y experimentalmente, una concepción de la enfermedad, de la que es inseparable.

Hemos mostrado que en las investigaciones acerca del azúcar flota, omnipresente, la diabetes. Veremos a continuación, de que manera el conocimiento de la patología se constituye en el motor que impulsa a la fisiología, y cómo incide en sus esquemas metodológicos.

### Los métodos experimentales de la fisiología

Una vez que ha puesto un punto final a la mayor parte de sus investigaciones, Claude Bernard expone los pasos metodológicos que ha seguido en ellas. Ya nos hemos referido en otros escritos a su metodología más general, que lo hace uno de los fundadores de lo que hoy se conoce como método hipotético-deductivo.<sup>9</sup> Comentaremos ahora un aspecto más específico de su metodología, ligado a la exploración fisiológica de los organismos vivos.

De acuerdo a Claude Bernard, son tres las maniobras experimentales con las que se funda la fisiología. La primera de ellas consiste en la extirpación de un órgano determinado, a los efectos de observar las alteraciones que se producen.

---

<sup>8</sup> Claude Bernard, *Introducción*, op. cit., p. 107.

<sup>9</sup> Lorenzano, César, “Dos racionalismos críticos: Claude Bernard y Karl Popper”, en: *Teoría*, Anuario de Filosofía 1980, Año 1, No. 1, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, México, pp. 223-239. Véase también del mismo autor: “El racionalismo crítico de Claude Bernard”, ponencia presentada al Congreso Nacional de Filosofía, La Plata, Noviembre de 1997.

Mediante la segunda, a efectos de constatar si efectivamente ese efecto depende de la extirpación, y no de otros factores, se lo restituye por completo, o bien, se suministra un extracto en el que supone están los factores activos. Si al hacerlo reaparece la función perdida, se estaba en el camino correcto.

Por la tercera, se administra en cantidades *excesivas* el factor que se supone involucrado, y se observa si no sólo restituye la normalidad, sino también si la altera aumentando la función que se le atribuye *-hiperfunción-*.

Podríamos pensar que cuando Claude Bernard pone esto en práctica -y posteriormente lo codifica como método-, sigue una variante del método de las concordancias y las diferencias de Stuart Mill, puesto que investiga una función observando que si la desaparición de un factor provoca determinado efecto, y si su restitución lo invierte.

Sin embargo, el tercer paso del método de la fisiología -provocar la hiperfunción- no tiene una explicación satisfactoria dentro de esos esquemas. Su consideración obligará a avanzar en la lógica misma de la investigación fisiológica, que busca el funcionamiento del organismo, a fin de aprender sobre las enfermedades que lo aquejan.

Esto es así, pues en el corazón de la teoría fisiológica -que ya consta de una estructura vertebrada por los conceptos de medio interno, secreción interna y homeostasis-, se introduce una concepción de la enfermedad inseparablemente ligada a la de las funciones fisiológicas normales.

Si, como sabemos, la función central de un órgano consiste en su contribución al mantenimiento de un cierto equilibrio -homeostasis-, tanto su extirpación como su hiperfunción lo apartan de él. Pues bien. En ambos casos, sea por déficit o sea por exceso de una función, se produce un estado patológico.

En este contexto teórico, extirpar un órgano significa conocer su función y al mismo tiempo, la enfermedad que causa su falta. De la misma manera al provocar la hiperfunción se conocen las enfermedades a las que da origen un órgano determinado, ahora no por disminución de su funcionamiento normal, sino de su exceso.

La restitución de la función -el segundo paso del método-, dirá, por otra parte, que ese era el factor efectivamente involucrado en la función perdida, pero también dirá acerca de la terapéutica a instaurarse -como sucede con el tratamiento de la diabetes por la insulina-

Esto significa que no hay forma de explorar el funcionamiento de un órgano sin conocer simultáneamente las enfermedades que se originan en él, y los mecanismos que conducen a su curación. O lo que es otra forma de expresarlo, que es imposible separar la fisiología de la patología y la terapéutica.

De esa manera, el método exploratorio que propone Claude Bernard es enteramente solidario de una teoría del funcionamiento del organismo, en salud y en enfermedad.<sup>10</sup>

Podríamos agregar como dato curioso que Sigmund Freud se aparta muy poco de esta concepción cuando construye su obra explorando los rasgos enfermos de sus pacientes. Nos dirá, al igual que Claude Bernard, que conociéndolos, conoceremos los mecanismos psicológicos que subyacen en el funcionamiento psíquico normal, que difieren de los primeros en grado, pero no en esencia. Posiblemente no sea una simple coincidencia, puesto que durante su etapa de investigador fisiológico en París, Freud debió conocer a fondo su obra, que pudo impregnar no sólo a su teoría, sino a su profundo y prolongado interés en la estructura metodológica de la ciencia.

Concluimos aquí nuestra exploración preliminar acerca de la estructura e historia de la fisiología. Creemos haber avanzado lo suficiente como para haber puesto de relieve el interés epistemológico de una teoría científica perteneciente al campo de la ciencia biomédica, y su relevancia para la cada vez más gravitante *filosofía especial* de las disciplinas biológicas.

---

<sup>10</sup>No es esta la única noción de enfermedad que se utiliza en medicina, aunque constituyó un programa de investigación exitoso para distintas ramas de la medicina, entre ellas la endocrinología.