



Claude Bernard y
los límites de la
fisiología
experimental

Claude Bernard and
the boundaries of
experimental
physiology

Gustavo Caponi

Pesquisador do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e professor do Departamento de Filosofia da Universidade Federal de Santa Catarina Núcleo de Epistemologia e Lógica (UFSC) Rua Esteves Jr., 605, ap. 1414 88015-130 Florianópolis – SC Brasil gustavocaponi@neswite.com.br

CAPONI, G.: 'Claude Bernard y los límites de la fisiología experimental'.

História, Ciências, Saúde – Manguinhos, vol. VIII(2): 375-406, jul.-ago. 2001

En sus *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*, Claude Bernard señalaba ciertas fronteras para el programa formulado en su *Introduction a l'étude de la médecine expérimentale* que la propia existencia de la biología evolutiva y la biología del desarrollo parecen cuestionar. Lo que aquí nos proponemos es discutir los posibles fundamentos de esa aparente limitación en la perspectiva bernardiana.

PALABRAS CLAVE: Claude Bernard, filosofía de la biología, historia da fisiología, historia da medicina, historia da biología.

CAPONI, G.: 'Claude Bernard and the boundaries of experimental physiology'.

História, Ciências, Saúde – Manguinhos, vol. VIII(2): 375-406, July-Aug. 2001.

In his *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*, Claude Bernard set some of the boundaries for the program developed by himself in his *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, which seems to be questioned by the very existence of biology of evolution and biology of development. Here, according to a Bernardian perspective, the author discusses possible fundamentals for this apparent limitation.

KEYWORDS: Claude Bernard, philosophy of biology, history of physiology, history of medicine, history of biology.

Presentación

¹ Cuyas obras, de aquí en más, referiremos sólo con año y página, es decir, sin mención de autor.

Con toda seguridad, no fue Claude Bernard (1813-78)¹ el primer investigador a aventurarse en el dominio de la biología experimental. Los trabajos de Harvey (1578-1657), de Spallanzani (1729-99), de Lavoisier (1743-94), del propio Magendie (1783-1855) y de Müller (1801-58), entre otros, preceden a los suyos; los de Liebig (1803-73), Ludwig (1816-95), Du Bois-Reymond (1818-96) y Helmholtz (1821-94) son contemporáneos (Grmek, 1990; Pichot, 1993; Holmes, 1999). Sin embargo, y por indudable que esto último sea, no por eso habremos de negar que en su *Introduction a l'étude de la médecine expérimentale* de 1865, Bernard (1984) expone, con claridad y precisión hasta entonces inéditas, las condiciones de posibilidad y los marcos metodológicos más generales de ese ámbito de la biología que, siguiendo a Mayr (1998, 1988, 1961), podemos llamar biología funcional, consiguiendo incluso delimitar, en cierto sentido, el campo donde ese tipo de investigaciones habría de desarrollarse en los ciento cincuenta años siguientes (Toulmin, 1975, p. 60; Canguilhem, 1983, p. 128; Pichot, 1983, p. 70; Delouya, 1994, p. 52).

Claro que no aludimos aquí al modo en que Claude Bernard entendía el proceso de generación, test y validación de hipótesis (Bergson, 1998; Medawar, 1974; Malherbe, 1981; Grmek, 1991; Dutra, 1999, 1992). A lo que nos estamos refiriendo es a esa concepción de la interrogación y de la explicación fisiológica que se encuentra cifrada en su noción de determinismo (Gayon, 1992). Pero, he ahí el problema que aquí nos interesa discutir. En sus *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux* de 1878, Claude Bernard (1966) señaló ciertas fronteras para el programa formulado en 1865 cuya transgresión parece haber sido una condición para el progreso de la biología. Es que, desde cierta perspectiva, podríamos decir que en tales lecciones se plantean serias dudas (1966, p. 54) sobre el surgimiento de ese capítulo fundamental de la biología experimental que acabó siendo biología del desarrollo (Goodfield, 1987, p. 141; Prochiantz, 1990, p. 115; Huneman, 1998, p. 119).

Siendo que en la medida en que eso sea efectivamente así, Bernard habría cometido dos errores que podrían sugerirnos la existencia de alguna limitación grave en su modo de entender las ciencias de lo viviente. El primero de tales errores sería el de estar vedando el acceso de la experimentación a terrenos en donde la misma, muy pronto y sobre todo por la mediación de Roux (1850-1924), se mostrará, no sólo posible, sino también imprescindible (Cassirer, 1948, p. 218; Churchill, 1973, p. 161; Duris y Gohau, 1997, p. 146; Duchesneau, 1998, p. 47). El segundo sería el de estar colocando fuera del alcance de su programa reduccionista (Gendron, 1992, p. 53; Prochiantz, 1990, p. 26) justamente aquellos campos de investigación en donde dicho programa, con el advenimiento de la biología molecular, habría de obtener, y continúa

obteniendo, sus resultados más notorios (Rosemberg, 1997, p. 448; Mayr, 1998, p. 170; Collins y Jegalian, 2000, p. 47).

El determinismo como axioma experimental

Recordemos entonces que, según leemos en la *Introduction a l'étude de la médecine expérimentale*, “el fin en la experimentación es el mismo en el estudio de los fenómenos de los cuerpos vivos que en el estudio de los fenómenos de los cuerpos inorgánicos”. En uno y otro caso, la meta y el límite de las investigaciones “consiste en hallar las relaciones que unen al fenómeno con la causa inmediata o, expresándolo de un modo diferente, consiste en definir las condiciones necesarias a la aparición del fenómeno” (Bernard, 1984, p. 106). Pero para Claude Bernard, lector de Comte (1912, §15), era claro que ese vínculo causal sólo podía entenderse en virtud de una ley y, por lo tanto, para llegar a conocerlo era menester superar la mera constatación de una sucesión de acontecimientos e intentar el establecimiento de una correlación constante entre ambos (Grmek, 1965, p. 58). Por eso, nos decía, “toda la filosofía natural se resume en esto: conocer la ley de los fenómenos”, siendo ese “el objetivo en el que se detiene toda ciencia”.

Pero, atención al afirmar esto último. Claude Bernard no estaba evidenciando ninguna ingenuidad pre-humana respecto de nuestras posibilidades de establecer conclusivamente cualquier nexo causal entre fenómenos. Muy lejos de pretenderse en posesión de algún procedimiento metodológico infalible (Bernard, 1984, p. 68), nuestro autor podría haber hecho suyo aquello que el propio Popper (1979, p. 91) iría a decir en relación a la categoría de nexo causal necesario: “Dada una conjetura acerca de una regularidad y unas condiciones iniciales que nos permitan derivar predicciones partiendo de nuestra conjetura, podemos llamar causa (conjeturada) a las condiciones y efecto (conjeturado) al evento predicho”. Siendo que “la conjetura que los une con necesidad lógica constituye el nexo necesario (conjeturado) entre causa y efecto tanto tiempo buscado”.

Sin renunciar a su siempre claro y coherente falibilismo (Delsol, 1989, p. 97; Grmek, 1991, p. 78; Gayon, 1992, p. 155), Claude Bernard estaba simplemente indicando que fuera cual fuera la complejidad de los fenómenos estudiados, la investigación científica no puede detenerse, ni en su esfuerzo por establecer esas conexiones, ni en su empeño por revisar y criticar nuestras conjeturas sobre las mismas. Es decir, estaba defendiendo la tesis de que las ciencias de la vida, al igual que la física y la química, deben someterse a ese principio del *criterium experimental* (Bernard, 1984, p. 87) o principio general del determinismo (idem, 1947, p. 264) según el cual todo fenómeno se sigue de algún otro, según lo establecido por alguna ley.

Es que, según nuestro autor (1947, p. 219), existe una clara distinción entre los principios que pautan la formulación de nuestros problemas

científicos y las teorías que formulamos como alternativas de solución para los mismos:

Los principios son los axiomas científicos; son verdades absolutas que constituyen un *criterium* inmutable. Las teorías son generalidades o ideas científicas que resumen el estado actual de nuestros conocimientos; constituyen verdades siempre relativas y destinadas a modificarse por el progreso mismo de las ciencias. Luego, si planteamos como conclusión fundamental que no hay que creer de modo absoluto en las fórmulas de la ciencia, hay que creer, por el contrario, de una manera absoluta en los principios (Bernard, 1984, p. 243).

Así, aun cuando reconozcamos a la actitud crítica como fundamental para el desarrollo de la ciencia, debemos asumir que esa crítica es siempre una crítica fundada y orientada por principios. Si rechazamos una teoría por insatisfactoria o si la consideramos como preferible a otra, deben existir criterios o principios que nos digan en qué sentido la misma no es satisfactoria o en qué sentido la misma es mejor que otra.

El investigador, decía Claude Bernard (1984, pp. 87-8), debe dudar de “la exactitud de su sentimiento o de sus ideas, en tanto que experimentador”; es decir, “debe dudar siempre de sus hipótesis o teorías. Debe dudar también del valor de sus medios de investigación”; es decir, de sus recursos e instrumentos de observación. Pero, de lo que jamás puede dudar es del determinismo: este es “el principio mismo de la ciencia experimental” y, en tanto tal, funciona siempre como criterio para la evaluación de la satisfactoriedad de nuestras teorías y del rigor de nuestras observaciones (Bernard, 1984, p. 111; 1865, p. 656; 1966, p. 379).

Puede ocurrir así que “un experimentador, después de haber hecho una experiencia en condiciones que él creía determinadas, no obtenga en una nueva serie de búsquedas el resultado que se había mostrado en su primera observación” e incluso, “repitiendo su experiencia después de haber tomado nuevas precauciones puede ocurrir aún, que en lugar de encontrar el resultado primitivamente obtenido, dé con otro completamente diferente” (Bernard, 1984, p. 112). Pero, ni aun así sería el caso de admitir o declarar que estamos ante hechos indeterminables. En lugar de eso, “habrá que admitir simplemente que las condiciones de la experiencia que se creían conocidas no lo son. Habrá que estudiar mejor, que buscar y precisar las condiciones experimentales porque los hechos no pueden ser opuestos los unos a los otros; no pueden ser más que indeterminados”, nunca indeterminables. Tanto en la fisiología como en la química o la física, “si las condiciones experimentales son idénticas, el resultado es unívoco. Si el resultado es diferente es porque alguna condición cambió” (Bernard, 1966, p. 18).

Por eso, “si un fenómeno se presentara en una experiencia con una apariencia tan contradictoria que no se ligara de una manera necesaria

a condiciones de existencia determinadas, la razón debería rechazar el hecho como un hecho no científico. Habría que esperar o buscar por experiencias directas cuál es la causa de error que ha podido deslizarse en la observación”; y “es preciso que haya habido error en la observación, pues la admisión de un hecho sin causa, es decir indeterminable en esas condiciones de existencia, no es ni más ni menos que la negación de la ciencia” (Bernard, 1984, p. 90). Y lo que está en juego aquí no es la ciencia entendida como cuerpo de doctrina o conjunto de teorías, sino la ciencia entendida como modo de indagación. Para esta última sólo hay dos clases de fenómenos: aquellos cuya causa está actualmente determinada y aquellos cuya causa está aún indeterminada (idem, p. 194); y estos últimos no pueden jamás constituirse en límite o fin de la investigación, sino que siempre deben ser su punto de arranque, su disparador. La indeterminación de un fenómeno nunca puede ser respuesta o conclusión. Debe ser siempre pregunta, problema y no solución.

Podemos, por eso, reconocer un cierto valor dialéctico o polémico en el vitalismo. Su función sería la de plantearle problemas al biólogo experimental agendando desafíos cruciales para su programa. Esa fue la importancia de Bichat (1771-1802) para Claude Bernard; y esa fue la importancia que los trabajos de Driesch (1867-1941) o Weiss (1898-1970) han tenido para el desarrollo de la biología contemporánea (Goodfield, 1974, p. 98 y ss.). Sin la desconfianza vitalista, la investigación experimental puede amodorrarse en la certeza de un determinismo generalizado pero nunca especificado. Con todo, el modo en que tales compromisos serán afrontados no puede ser otro que aquel pautado por el propio programa experimental; porque, si esa desconfianza se transforma en resignación ante la complejidad o la espontaneidad de lo viviente, el resultado no es mejor. En uno y otro caso, la investigación se detiene porque se acaba prefiriendo las respuestas a las preguntas.

En realidad, cuando el discurso vitalista se empeña en mostrarnos los obstáculos o los supuestos límites que debe enfrentar el enfoque experimental-determinista de los fenómenos orgánicos, lo que de hecho hace es recordarnos uno de los presupuestos básicos de esa perspectiva: el reconocimiento de que la determinación no es un dato primitivo sino un resultado obtenido tras una laboriosa indagación. El fenómeno nunca se encuentra determinado y, parafraseando a Gaston Bachelard, podemos decir que siempre damos con la determinación en estado de arrepentimiento, es decir, sólo la establecemos cuando asumimos que los factores, parámetros y relaciones a considerar eran otros o eran más que los que inicial e ingenuamente habíamos pensado.

Cuando el biólogo amplía la trama de factores que deben ser considerados para establecer la determinación de un fenómeno, lejos de estar multiplicando hipótesis *ad-hoc* o de estar recurriendo a estrategias convencionalistas para proteger al programa experimental frente a evidencia contraria, lo que está haciendo es trabajar en la

dirección propuesta por ese programa y, de ese modo, nos muestra su fertilidad y realiza sus potencialidades. En realidad, si la descripción del viviente se torna cada vez más compleja e intrincada, es porque la biología funcional presume la determinación *a la* Bernard de los fenómenos. Esta, en lugar de ser discutida y contrastada, sirve de marco y de motivación para la investigación experimental. Presuponiendo que todo fenómeno orgánico se sigue de algún otro según lo establecido por alguna ley, el biólogo experimental deberá formular y contrastar hipótesis sobre tales factores sin nunca cuestionar su existencia.

Así, la discriminación entre lo que debe ser discutido y lo que debe ser presupuesto es introducida por un principio incontrastable que funda lo que podríamos llamar un programa de investigación. Pero que no se vea aquí una actitud dogmática. Se trata, en realidad, de preferir un principio que nos obliga a seguir investigando en detrimento de un presunto hecho que nos exonera de esa obligación y esto es algo que Watkins (1974, p. 86) nos permite entender aun desde una perspectiva falsacionista cuando nos dice que:

En cualquier ciencia se requiere usualmente un cuerpo considerable de premisas para que se puedan derivar lógicamente predicciones refutables. Generalmente, no será demasiado difícil reemplazar una premisa existente sin disminuir la refutabilidad empírica del sistema. Sin embargo, puede haber también premisas de las que parezca prácticamente imposible prescindir sin que disminuya seriamente la refutabilidad del sistema o sin que se convierta incluso en un sistema incontrastable. A tales premisas se les puede llamar principios, es decir, componentes privilegiados que se consideran como irrefutables en interés de la refutabilidad de todo el sistema.

Ahora bien, sobre el estatuto de estos principios puede discutirse mucho. Una alternativa sería pensarlo como principios metafísicos en un sentido pre o post crítico, es decir, a la manera de Leibniz o la manera de Kant. Pero, en última instancia, cabría también recurrir a las nociones de presuposición absoluta (Collingwood, 1940, p. 34), proposición paradigmática (Brown, 1983, p. 115) o aun presupuesto (Rescher, 1994, p. 35). Todas ellas serían más o menos aptas para caracterizar esos principios que al mismo tiempo, en que guían la formulación de la agenda de preguntas que pauta nuestra investigación, establecen la forma que habrán de tener nuestras respuestas para las mismas. Es posible incluso que nuestro autor, lector directo o indirecto de Kant, haya pensado al determinismo como algo próximo a la segunda analogía de la experiencia (Grmek, 1997, pp. 99-100; 1991, p. 63).

Sin embargo, lo cierto es que su valoración de este principio es fundamentalmente metodológica (Grmek, 1965, p. 58; Lecourt, 1999, p. 299) y tal como Popper (1980, p. 61) lo apuntó, en el marco de una

reflexión metodológica, en lugar de recurrir a cualquier principio metafísico o transcendental para justificar la exigencia generalizada de explicaciones nomológico-causales, nos basta con aceptar una regla que para todo fenómeno natural registrado nos conmine a procurar una descripción del mismo, tal que nos permita considerarlo como efecto de algún otro fenómeno conocido, conforme lo establecido por una ley a ser también determinada (Delsol, 1989, pp. 19-20).

Así, lejos de pretender ofrecernos una guía para resolver problemas científicos, esta regla “hace explícito un objetivo generalizado de la investigación y formula en términos generales una condición que se exige de las premisas propuestas como explicaciones” (Nagel, 1978, pp. 298, 299); es decir, expresa como máxima el objetivo de obtener explicaciones deterministas en el sentido de que “dado el estado de un sistema en un instante inicial, la teoría explicativa establece lógicamente un estado único del sistema para cualquier otro instante”. Por otra parte, y dado el carácter general de esa regla, es evidente que aun cuando ciertas formulaciones especiales de la misma puedan ser eventualmente abandonadas por resultar inaplicables, ningún experimento o series de experimentos podría nunca forzarnos a su derogación. Es que, al ser una directiva que nos propone la búsqueda de explicaciones con características tan ampliamente delimitadas, “los repetidos fracasos en encontrar tales explicaciones para un dominio dado de hechos no constituyen un obstáculo lógico para continuar la búsqueda”.

Por fin y considerando la insistencia con que Claude Bernard resaltaba el carácter matemático de esa conexión nomológica (Thom, 1986, p. 15; Prochiantz, 1990, p. 23; Gendron, 1992, p. 30), podemos decir que la forma más adecuada de formular esa regla sería la siguiente: dado el registro C de un cambio M' en una magnitud Y , se debe formular y testar un conjunto de hipótesis (coherente con el cuerpo del conocimiento aceptado) tal que contenga: (1) la descripción B de otro cambio M'' en otra magnitud X ; y (2) la formulación de una relación matemática constante y asimétrica entre X e Y tal que cada valor de la segunda magnitud sea considerado como resultante del valor de la primera.

Creemos por otra parte que esta formulación del principio determinista expresa, con toda claridad, la primera y principal diferencia existente entre el programa experimental de Bernard y el programa vitalista de Bichat. Para este, la vida se substraía a toda legalidad que permitiese calcular las reacciones orgánicas en función de una descripción numérica de fenómenos que pudiésemos considerar como sus causas y por eso su estudio no podía responder al mismo tipo de estrategia metodológica que guiaba a la física (Bichat, 1994, p. 44; Huneman, 1998, p. 24; Pichot, 1994, p. 39; Rey, 1997, pp. 120-6). Para nuestro autor, en cambio, “cuando tenemos la ley de un fenómeno, no sólo conocemos absolutamente las condiciones que determinan su existencia, sino que tenemos también las relaciones que se aplican a todas sus variaciones

de forma que podemos predecir las modificaciones del fenómeno en cualquier circunstancia dada” (Bernard, 1984, p. 108). Esto es así, tanto en el dominio de la física como en el de la fisiología. Por eso: una ley causal debe ser formulable como una función matemática constante pero asimétrica entre dos conjuntos de magnitudes (M_x y M_y) tal que: (1) el valor de M_y puede ser considerado como resultante del valor de M_x (pero no a la inversa); y (2) el valor de M_x pueda variar o pueda ser manipulado independientemente de M_y , pero los cambios que de ahí resulten siempre incidan en los valores de esta última.

Así, de esa idea de ley se deriva un ideal de explicación que puede ser entendido como una formulación en cierto sentido más estricta de ese modelo nomológico-deductivo que ya encontramos en la tradición kantiana antes que en Popper o en Hempel. “Un fenómeno se explica cuando se le conoce y determina como magnitud en todos y cada uno de sus momentos y cuando su aparición puede derivarse de las leyes generales de la magnitud, así como del conocimiento de ciertas constantes que caracterizan el caso concreto” (Cassirer, 1967, pp. 398-9). Puede concederse, no obstante, que esta derivación, sobre todo en el caso de los fenómenos orgánicos, nunca llega a realizarse plenamente: “cada caso individual y cada forma individual envuelve una complicación ilimitada”. Pero aun así, la misma debe considerarse en principio realizable “a menos que se quiera que el objeto de que se trata quede en absoluto fuera de los dominios de la naturaleza, encuadrada dentro de la ley general de la conservación y sus corolarios”. Es decir, aunque nunca podamos cumplir acabadamente, en ningún caso real, con ese ideal, no por eso habremos de desconocer la exigencia de que cualquier referencia a una relación de causación inmediata entre dos conjuntos de fenómenos sea, por lo menos en principio, justificable en términos de algún enunciado nomológico aceptable. Más aun: la aceptabilidad de nuestras hipótesis causales es inversamente proporcional a la distancia que nos separa de esa justificación.

Con todo, y como acabamos de decir, el modelo de explicación propuesto por Claude Bernard sólo es en cierto sentido más estricto que el modelo nomológico-deductivo propuesto por Popper o Hempel. Además de pertinente, la idea de ley como relación matemática constante entre dos magnitudes es, sin duda, un requisito fuerte. Pero, desvinculado de una clara formulación del requisito de universalidad estricta, el mismo nos permite considerar como leyes naturales simples correlaciones constantes entre variables particulares como lo son aquellas que pueden existir entre la producción de una hormona y una determinada reacción metabólica (Bernard, 1984, pp. 185, 108, 128). La ley, afirma nuestro autor, “nos da la relación numérica del efecto con su causa y ese es el objetivo en el que se detiene la ciencia”. Así, una vez que conocemos una correlación entre dos magnitudes x e y de forma tal que, controlando o graduando a x podamos determinar o graduar el valor de y ; podemos decir que conocemos la ley que establece su vínculo causal. Es que “la

ley de los fenómenos no es otra cosa que esa relación establecida numéricamente que nos permite prever la relación de la causa con el efecto en todos los casos dados” (Bernard 1984, p. 128; 1865, p. 654).

Hay más leyes

Notemos por lo demás que ese modelo de explicación y esa definición de ley que acabamos de presentar permiten hacernos una idea más exacta de la noción bernardiana de causa inmediata o condición de existencia. La misma se podría enunciar más o menos así: dados dos fenómenos (o conjuntos de fenómenos) X e Y, se puede afirmar que el primero sea causa inmediata (o la condición de existencia) del segundo; en la medida en que aceptemos:

1) la corrección de sendas descripciones de ambos que los presenten como valores registrados en dos diferentes conjuntos de magnitudes (M_x y M_y , respectivamente);

2) la validez de un enunciado legaliforme L que establezca una función constante pero asimétrica entre esas magnitudes tal que: (a) el valor de M_y puede ser considerado como resultante del valor de M_x (pero no a la inversa); y (b) el valor de M_x pueda variar o pueda ser manipulado independientemente de M_y ; pero los cambios que de ahí resulten siempre incidan en los valores de esta última.

3) Existe con todo un tercer requisito que no puede ser obviado: el carácter físico-químico de las magnitudes en cuestión. Las causas próximas bernardianas son siempre condiciones físicas y/o químicas (Bernard, 1984, pp. 102, 106, 115, 142; 1865, p. 642; 1966, p. 53) cuya manipulación o producción experimental nos permiten producir o variar la intensidad de efectos (idem, pp. 101, 135; 1865, pp. 649, 654; 1966, pp. 52, 339; Schiller, 1973, p. 152; Goodfield, 1974, p. 122; Grmek, 1991, p. 142) también observables y descriptibles en tanto que fenómenos físico-químicos (Gayon, 1992, p. 159; Gendron, 1992, p. 20). Es decir, registrables por instrumentos tales como termómetros, balanzas o reactivos (Bernard, 1947, p. 264; Huneman, 1998, p. 109). Así, aunque al referirnos a los seres vivos distingamos tres tipos de propiedades: las físicas, las químicas y las vitales; esta última categoría es meramente provisoria: en ella sólo agrupamos aquellas propiedades que aún no hemos podido “reducir a propiedades físico-químicas” (Bernard, 1984, p. 142; 1875, p. 152).

Sin embargo, y pese al hecho de identificar a todas las leyes naturales con relaciones matemáticas constantes entre variables física y/o químicamente descriptibles, Claude Bernard no se ve llevado a considerar que el orden fisiológico esté sometido a una legalidad puramente física. El determinismo bernardiano nos exige que para todo fenómeno fisiológico busquemos una descripción tal que, para la misma, pueda

existir una explicación que apele o involucre de un modo más o menos tácito a leyes físicas, pero no exclusivamente a leyes físicas. Nada de lo que ocurre a nivel fisiológico escapa o se opone a las leyes físicas (Bernard, 1984, p. 122), pero esa legalidad no alcanza para explicar aquellos fenómenos que constituyen el foco de interés específico del fisiólogo (Pichot, 1993, p. 704).

Las mismas pueden bastarnos para explicar la carbonización de un trozo de carne. Pero, según nuestro autor, serían insuficientes para explicarnos las reacciones fisiológicas de un mamífero frente a un cambio en la temperatura ambiente. En este caso nos topamos con esa aparente espontaneidad (Bernard, 1865, p. 642) de los fenómenos orgánicos que siempre constituyó el tesoro máspreciado del vitalismo: en los seres vivos se registran fenómenos que parecen escapar a toda legalidad física y, por ende, a toda determinación (Huneman, 1998, p. 29; Pichot, 1994, p. 38). Y es justamente para superar esa objeción vitalista que Claude Bernard (1984, pp. 109-10, 185) se ve llevado a postular la existencia de leyes biológicas específicas que, lejos de crear un régimen de excepción para el mundo viviente, lo someten a constricciones más estrechas que aquellas que ya de por sí les imponen las leyes físicas.

Los fenómenos fisiológicos no son meros fenómenos físicos (Bernard, 1984, p. 110; 1947, p. 267). Para estudiarlos es necesario reconocer su subordinación a una legalidad específica que se sobre impone a la legalidad física sin derogarla (Pichot, 1993, p. 705; Prochiantz, 1990, p. 51). Lejos de creer que la vida deba comprenderse en el horizonte de un determinismo más laxo que aquel que rige los fenómenos inorgánicos, Claude Bernard (1984, p. 653) nos pide remitirnos a un determinismo más complejo y por eso nos advierte para no confundir la identidad, que existe entre los principios y los métodos que rigen a la física y a la fisiología (1984, pp. 106, 110, 114, 136; 1947, 267), con una identidad entre las teorías a las que hemos de recurrir para explicar los hechos estudiados en uno y otro dominio. Así, la posición de Claude Bernard frente a esa aparente espontaneidad de lo viviente se situará en un doble registro. En un plano que podríamos llamar metafísico o metodológico, nuestro autor rechaza el carácter supuestamente ajeno a toda legalidad de los fenómenos vivientes; pero, en un plano más estrictamente científico o teórico, reconocerá que en su estudio es menester considerar una legalidad específica (idem, ibidem, p. 130; 1865, p. 655).

En lo atinente al primer aspecto de la cuestión, Claude Bernard (1984, pp. 120, 122; 1966, p. 57) negará la espontaneidad de la materia viva al afirmar su carácter inerte y lo hará presuponiendo una noción de inercia que podría ser aquella que Kant (1989, p. 135) formula en sus *Principios metafísicos de la ciencia natural*: “La inercia de la materia no significa otra cosa que la *carencia de vida* como materia en sí misma.” Pero la vida, se nos aclara, no es otra cosa que “la facultad de

una *sustancia* de determinarse por sí misma para actuar a partir de un principio interno – de una *substancia finita* que se determina a sí misma para el cambio – y de una *substancia material* para determinarse a sí misma en el movimiento o en el reposo como cambio de su estado”. Así, al postular el carácter inerte de la materia viva, Bernard nos quiere indicar que ésta, del mismo modo que la materia bruta (*brute*), “no puede darse la actividad y el movimiento por ella misma”, siendo esa pasividad lo que hace que, tanto la una como la otra, puedan ser objeto de manipulación experimental.

En ambos casos, “todo cambio supone la intervención de una nueva relación, es decir, de una condición o de una influencia exterior” (Bernard, 1984, pp. 107, 122). Es función del científico el procurar “*definir* y *determinar* para cada fenómeno las condiciones materiales que producen su manifestación”. Pero dado que determinar no significa para nuestro autor otra cosa que el establecimiento de una ley tal que registrada o producida cierta magnitud de la causa podamos calcular o producir cierta magnitud del efecto, la postulación de esa inercia o ausencia de espontaneidad de la materia viva resulta, al mismo tiempo, idéntica a la postulación de su subordinación a leyes e idéntica a la postulación de su docilidad o disponibilidad para la experimentación (Grmek, 1997, pp. 105-6).

Sin embargo, la identidad que postulamos en el plano metodológico parece negada en el plano empírico. Es que, a diferencia de lo que ocurre con los cuerpos brutos, los cuerpos vivos muestran cierta autonomía en relación a los cambios que se producen en las condiciones físicas de su entorno. En el caso de los primeros, un control estricto de esas condiciones le permite al experimentador un control proporcional de algunas de sus propiedades que no puede darse en el caso de los segundos (*idem, ibidem*, p. 101). Así, mientras podemos hacer descender la temperatura de una piedra de 38° a 34° con sólo hacer descender la temperatura constante del ambiente hasta esos 34° un cambio semejante jamás podría ser registrado en un perro sometido al mismo tipo de cambio en las condiciones de su ambiente. Los mismos no moverían al perro de sus normalísimos 37°. Y si hoy no nos permitimos hablar de espontaneidad, es innegable que esa perseverancia del perro en su estado normal nos habla de una autonomía de lo viviente que no parece prestarse muy fácilmente a un estudio experimental basado puramente en leyes físicas y en la consideración de variables que describan sólo el entorno físico del organismo y algunas propiedades exteriores de éste, tales como temperatura inicial, volumen, peso etc.

Para que ese estudio se torne viable, será necesario pasar del control y la manipulación de las variables propias del entorno físico al control y a la manipulación de esas variables fisiológicas, pero también “de orden puramente físico-químicas” (*idem, ibidem*, p. 102 ; 1947, p. 276) que definen eso que Claude Bernard dio en llamar medio orgánico interno (Bernard, 1984, pp. 103-4), medio íntimo, medio interno o

medio intra-orgánico (Bernard, 1865, p. 644). He ahí, en esa genuina ruptura epistemológica que es la oposición entre medio interno y medio externo, donde Claude Bernard basa su respuesta al vitalismo y, definiendo las condiciones de posibilidad de la fisiología experimental (Canguilhem, 1983, p. 149; Goodfield, 1987, p. 137; Pichot, 1993, p. 692), marca el camino de un dominio de investigaciones que tampoco puede limitarse a un estudio físico-químico de los organismos (Grmek, 1997, p. 108).

Así, sin ser cartesiano, Bernard no le concede nada al vitalismo (Canguilhem, 1983, p. 150; Goodfield, 1987, p. 143). Donde Bichat veía un obstáculo infranqueable para la ciencia experimental, nuestro autor sólo reconoce una dificultad (Bernard, 1984, p. 145; 1966, p. 19; Canguilhem, 1983, p. 158). En ese sentido puede compararse la operación conceptual por la cual Bernard fisicaliza la espontaneidad de lo viviente con la operación por la cual Darwin (1809-82) naturaliza la teleología. O dicho brevemente: Claude Bernard es a Bichat lo que Charles Darwin es a Paley.

Abriendo la caja negra del medio interno, confiaba con toda razón nuestro autor, el fisiólogo se encontrará con una trama de sistemas de regulación (Jacob, 1973, p. 210; Canguilhem, 1988, p. 96) que, determinando las variables físico-químicas específicas del organismo, nos permiten entender su articulación con las variables del medio externo (Bernard, 1984, p. 149). Siendo sólo el conocimiento y el control de esas variables y de su funcionamiento lo que nos permitirá explicar y reducir esa aparente espontaneidad (1984, pp. 643-4; 1966, p. 26) de los seres vivos en la que el vitalismo se apoya (Goodfield, 1987, p. 138; Pichot, 1993, p. 692; Huneman, 1998, p. 101).

Mientras tanto, si nos limitásemos al examen de los fenómenos externos al organismo “podríamos falsamente creer que hay en el ser vivo una fuerza propia que viola las leyes físico-químicas del medio cósmico general”. Nuestro error sería análogo al de “creer que en una máquina que sube en el aire o que corre por la tierra haya una fuerza especial que viole las leyes de la gravitación” (Bernard, 1984, pp. 104, 123). Es que, al igual que los organismos, las máquinas también poseen un medio interno que las torna, desde cierta perspectiva, independientes de las condiciones de su entorno; pero, del mismo modo en que “el físico que se sumerge en el medio interno de la máquina constata que esa independencia es sólo aparente y que el movimiento de cada engranaje interior está determinado por condiciones físicas absolutas cuya ley conoce”, el fisiólogo que descienda al “medio interno de la máquina viviente” encontrará ahí un determinismo absoluto que constituirá “la base real de la ciencia de los cuerpos vivos”.

Con todo, y retornando así al tema de las leyes biológicas específicas, ese orden interno al organismo, al igual que el de la máquina, obedece a regularidades que tampoco pueden ser consideradas como meros teoremas de las leyes físicas o químicas. Estas pueden explicarnos cada

eslabón del circuito de acciones y retroacciones por medio de las cuales el perro mantiene su temperatura constante. Pero no podrán nunca explicarnos por qué el sistema está montado de forma tal que esa constante sea 37° . Así, existirá una proporción numérica constante entre las variaciones de la temperatura ambiente y la estimulación que el hipotálamo operará sobre las glándulas sudoríparas que podrá ser físicamente explicada en función de la constitución o configuración de ese centro nervioso, pero no por eso contaremos con una explicación semejante para esa propia constitución. En efecto:

Las leyes de la física y la química por sí mismas no nos dicen nada acerca de las configuraciones en que la materia *debe* ocurrir, o de los tipos de procesos complejos que *de hecho* se han de encontrar: estas leyes son todas condicionales y nos permiten deducir qué consecuencias podemos esperar si ciertos cuerpos tienen tal o cual constitución física o estructura química. Es oficio de la fisiología establecer cómo están constituidos realmente los organismos y qué procesos se dan en ellos (Goodfield, 1987, p. 139).

Pero, según decíamos, y en contra de lo que el vitalismo enseñaba, una vez que esos procesos son analizados, ellos también exhiben relaciones matemáticas que, sin ser idénticas a las leyes físicas, pueden ser tan constantes y tan determinables como lo son estas. Es a eso que, por lo menos en 1865, Claude Bernard se refería cuando hablaba de leyes fisiológicas (Bernard, 1984, p. 130; 1865, p. 655; 1947, p. 270). Es que, como vimos más arriba, el requisito de la matematicidad es más amplio de lo que a primera vista podríamos creer; y a nivel fisiológico o incluso en la descripción del funcionamiento de máquinas, podemos muy bien establecer relaciones matemáticas (idem, 1984, p. 148) constantes entre variables física o químicamente descriptibles que no podemos considerar como leyes físicas (Nagel, 1998, p. 212). Así ocurre, por ejemplo, en el funcionamiento de un depósito de agua auto recargable: la relación entre la salida de agua y la entrada es constante e incluso esta última es una variable que puede controlarse en función de la primera. Pero aun cuando esa relación pueda ser formulada como una ecuación, no por eso diremos que se trata de una ley física. Y algo muy semejante es lo que nos encontramos en el plano de la fisiología: pensemos en la relación que podemos establecer entre el volumen de aire que inspiramos y el porcentaje de anhídrido carbónico en nuestra sangre.

Se objetará, sin embargo, que por aceptar la estrecha noción de ley propuesta por Claude Bernard, se está dando ese estatuto a lo que no es más que la resultante de una configuración especial de la materia o de una disposición singular de elementos cuya interacción, como nosotros mismos decíamos, puede muy bien explicarse por el recurso a genuinas leyes físicas (Bertalanffy, 1974, p. 92). Mientras en el caso del depósito

de agua, la disposición de las piezas y de sus articulaciones puede y debe ser explicada como resultado de la acción intencional; en el caso del organismo, su estructura puede y debe ser explicada como resultado de procesos naturales específicos. Pero al plantear una objeción semejante no hacemos más que situarnos de lleno en el problema que aquí queremos discutir: el de los límites de la fisiología experimental que el propio Claude Bernard habría apuntado.

Non plus ultra

Esa cuestión aparece insistentemente en los textos bernardianos bajo la forma de una distinción entre la investigación experimental sobre cómo (*comment*) los fenómenos ocurren y cualquier especulación metafísica sobre por qué (*pourquoi*) ocurren como de hecho ocurren (Bernard, 1984, p. 126; 1865, p. 647). Siendo que sobre todo en sus primeras formulaciones, esta oposición no parece ser más que la reiteración de un lugar común positivista (Comte, 1907, p. 424; Grmek, 1997, p. 42). Así ocurre, con toda seguridad, en el *Cahier rouge* (Grmek, 1965, p. 66) y otro tanto quizá pueda decirse de la *Introduction* de 1865 (Bernard, 1984, p. 123 y ss.). En este último caso, sin embargo, nuestro autor no es del todo claro y su texto se ofrece a muy diversas lecturas, menos por su riqueza que por su falta de precisión.

La entrada en el tema es, sin ninguna duda, comtiana (Bernard, 1984, p. 123): se trata de oponer la tozudez con que nuestro espíritu quiere llevarnos en la búsqueda del por qué de las cosas a la insistencia con la cual la experiencia nos muestra que, tanto en el caso de las ciencias físico-químicas como en el de las ciencias biológicas, no podemos ir más allá del cómo (Comte, 1912, p. 80). Así, “si nuestro sentimiento nos plantea constantemente la cuestión del *por qué*, nuestra razón nos muestra que sólo la cuestión del *cómo* está a nuestro alcance” (Bernard, 1984, p. 126).

Pero aquí ese por qué, esa causa primera (*idem, ibidem*, pp. 125, 126), no se identifica con lo incondicionado, sino con la esencia última de las cosas. “Cuando sabemos que el contacto físico y químico de la sangre con los elementos nerviosos cerebrales es necesario para producir los fenómenos intelectuales, eso nos indica las condiciones” — es decir, las causas próximas, el determinismo, el cómo del pensar — “pero eso no puede enseñarnos nada sobre la naturaleza primera de la inteligencia”. Lo mismo ocurre cuando constatamos que el frotamiento y las acciones químicas producen electricidad: eso nos indica las condiciones de existencia de un fenómeno, sin nada decirnos “sobre la naturaleza primera” de ese fenómeno.

Esta, como siempre, permanece y permanecerá desconocida, tanto en el caso de los cuerpos y los fenómenos orgánicos, como en de los minerales (*idem, ibidem*, pp. 108, 126). Si en este último caso ese desconocimiento de las esencias no nos ha impedido el control de los

fenómenos, algo idéntico habrá de ocurrir en el dominio de lo viviente. Sin conocer nada semejante a la esencia del opio, podemos conocer su principio activo y las sustancias sobre las que el mismo actúa; y ese conocimiento nos dará “el medio de producir sueño o de impedirlo”.

Pero, lamentablemente, Claude Bernard (1984, pp. 123-4) también se vale de otros ejemplos cuya presentación puede resultar desconcertante. Tal es el caso de la composición del agua y su afirmación de que “cuando sabemos que el agua y todas sus propiedades resultan de la combinación, en ciertas proporciones, del oxígeno y del hidrógeno, sabemos todo lo que podemos saber sobre el tema y eso responde al *cómo* y no al *por qué* de las cosas”. Es que, la química de Bernard es la química de Lavoisier (Gendron, 1992, p. 19) y ella no apela a ninguna teoría atómica que, además de decirnos cómo hacer agua, nos permita, ya no responder a la pregunta “¿por qué la combinación de un volumen de oxígeno y dos de hidrógeno forman el agua?” (Bernard, 1984, p. 124), pero sí por lo menos saber cómo o por qué proceso la producen.

Así, al decir que la única respuesta posible que podemos a ese por qué es que “en el hidrógeno hay una propiedad capaz de engendrar agua”, Claude Bernard (1984, p. 124) parece estar colocando el límite de nuestro conocimiento demasiado cerca de lo que no eran más que conquistas parciales y ulteriormente rebasables de la ciencia (Grmek, 1991, p. 161). Y, de hecho, esta impresión parece confirmarse cuando, al discutir un ejemplo propio de su área de investigación, nuestro autor nos dice que “si en fisiología probamos que el óxido de carbono mata uniéndose más enérgicamente que el oxígeno a la materia del glóbulo de sangre, sabemos todo lo que podemos saber sobre la causa de la muerte... : el oxígeno no puede entrar más al organismo porque no puede desplazar al óxido de carbono de su unión con el glóbulo”.

Comentando este mismo ejemplo, Grmek (1991, p. 161) decía que Claude Bernard se engañaba al tomar su explicación de ese hecho como una verdad última. Sin embargo, no parece ser ese el caso. Las preguntas “¿por qué el óxido de carbono tiene más afinidad con el glóbulo que con el oxígeno?” o “¿por qué la entrada de oxígeno es necesaria a la vida?” no son citadas aquí como un límite intransponible sino sólo como un límite relativo al “estado actual de nuestros conocimientos” (Bernard, 1984, p. 124). Sin descartar que “entre el conocimiento actual de un fenómeno y su *causa primera*” puedan “existir siempre niveles explicativos imprevisibles” (Grmek, 1991, p. 161), Claude Bernard (op. cit.) deja abierta la posibilidad de que el estudio experimental pueda ir más lejos y descubrir una “causa oculta ante la cual seremos obligados a detenernos sin tener la razón primera de las cosas”. Aunque sea evidente que Claude Bernard tiene una gran dificultad para imaginar, tanto lo que pueda estar más allá de la química de Lavoisier como para concebir el modo en ese más allá que podría ser relevante para la biología, lo cierto es

que, sin poder anticipar la biología molecular, su proyecto, lejos de excluirla, la exige.

Podemos atrevernos a decir, incluso, que en la *Introduction*, la oposición entre las causas próximas y causas primeras de los fenómenos juega el papel de un simple recurso defensivo: no le pidan a la fisiología lo que la química no les puede dar. Pero aun cuando eso explique la insistencia de Bernard en el hecho de que “los límites de nuestro conocimiento son en las ciencias biológicas los mismos que en las ciencias físico-químicas” (1984, p. 123), también es cierto que, en escritos posteriores, nuestro autor retomará ese mismo tema con un sentido que excediendo el tópico positivista lo llevará a apuntar esa frontera de la fisiología experimental cuyo carácter preciso aquí queremos discutir.

Así, en *Du progrès dans les sciences physiologiques* y en las *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*, las causas primeras ya no aparecerán vinculadas a la esencia de los fenómenos sino a un origen inaccesible: “Las causas primeras, las cuales son relativas al origen de las cosas, nos son absolutamente impenetrables; las causas segundas o próximas, las cuales son relativas a las condiciones de manifestación de los fenómenos, están a nuestro alcance y pueden ser experimentalmente conocidas” (Bernard, 1865, p. 646; 1966, p. 53). En el caso concreto de los fenómenos vitales, ese origen será caracterizado como una causa “creadora, legislativa y rectora (*directrice*) de la vida” a la cual debemos siempre distinguir de esa causa próxima o segunda de naturaleza físico-química que, siendo accesible al estudio experimental, actúa como principio ejecutivo. Es decir, realiza por medios físico-químicos aquello que está previsto y legislado en el origen mismo de la vida (*idem*, 1865, p. 646).

No se trata aquí de la emergencia de la vida a partir de la materia inorgánica, sino simplemente del origen del propio viviente individual y, sobre todo, de aquello que pauta y ordena lo que hoy llamaríamos su desarrollo y que Bernard llamaba evolución. El viviente individual, desde la perspectiva de nuestro autor, “no es otra cosa que una máquina admirable” cuyos sofisticados mecanismos tramados por relaciones causales de orden físico-químico, el fisiólogo debe analizar a fin de poder modificar. Pero la constitución de esa máquina, al igual que ocurre con el proceso de construcción de una locomotora o de un simple depósito de agua autorecargable, según parece, escapa a ese tipo de comprensión. Así, aunque “la máquina, una vez creada, funciona en virtud de las propiedades de sus elementos constituyentes y bajo la influencia de las condiciones físico-químicas que sobre ella actúan”, debemos aceptar que su creación, su evolución, obedece a esa causa primera rectora o legisladora que escapa a la indagación experimental (*idem*, *ibidem*).

Esta idea, es cierto, ya aparecía en el *Cahier rouge* (Grmek, 1965, p. 66) y podemos también encontrarla en la *Introduction* cuando se nos dice que “lo que caracteriza a la máquina viviente no es la naturaleza

de sus propiedades físico-químicas ... , sino la creación de esa máquina que se desarrolla bajo nuestros ojos” (Bernard, 1984, p. 142). Existen a este respecto, sin embargo, dos diferencias importantes entre la *Introduction* y *Du progrès*. La primera de ellas es que, en este último caso, Claude Bernard afirma explícitamente que esa idea rectora del desarrollo orgánico excede los límites de la investigación experimental. En la *Introduction*, en cambio, esto queda implícito en la afirmación de que ese principio es algo que escapa a los dominios de la física y la química. Pero, además de eso, en *Du progrès*, en lugar de exponer su posición, como ocurre en la *Introduction*, apelando a una retórica metafísica de fuerzas o esencias vitales que poco más arriba había sido impugnada, nuestro autor recurre a la oposición entre los dos tipos de causas para vincular a ese principio legislativo con el orden de las causas primeras. Y esto, como lo veremos más tarde a la luz de las *Leçons* de 1878, es algo altamente significativo.

Con todo, antes de proceder al análisis de esta última obra, debemos subrayar que al considerar esa force évolutive que presidiría la constitución de los cuerpos orgánicos como siendo irreductible a leyes o condiciones físico-químicas (Grmek, 1965, p. 66), Bernard pone fuera del alcance de la biología experimental aquello que él mismo considera como el elemento distintivo de lo viviente (Bernard, 1984, p. 142; 1865, p. 646; 1966, p. 33) y, de ese modo, nuestro autor parece estar integrando en su proyecto el conflicto entre vitalismo y mecanicismo que, inicialmente, él mismo se proponía superar (Goodfield, 1987, p. 140; 1974, p. 108; Huneman, 1998, p. 117). Es como si esa espontaneidad vital que inicialmente se mostraba innecesaria e inconveniente para la explicación del funcionamiento de la máquina orgánica acabase siendo rehabilitada para comprender su construcción. Sin embargo, más que denunciar esa incoherencia o indecisión epistemológica (Pichot, 1993, pp. 690, 756), lo que aquí nos interesa es discutir, como ya lo apuntamos en nuestra presentación, hasta qué punto es cierto que la misma implica una exclusión de la embriología del dominio de la ciencia experimental.

Es innegable de todos modos, que salvo ciertos estudios muy parciales sobre algunos aspectos nutricionales del desarrollo embriológico (Prochiantz, 1990, p. 89), la fisiología experimental, tal y como Claude Bernard la ejerció, prácticamente se limitó a ser una ciencia del individuo adulto (Prochiantz, op. cit., p. 27; Goodfield, 1987, p. 138) donde lo que siempre se procura explicar es el restablecimiento de un estado de equilibrio (Pichot, 1993, p. 755). En su obra, el conocimiento de los procesos ontogenéticos aparece casi exclusivamente como resultado de una ciencia de observación que demorándose, como Mayr (1998, p. 170) diría, más en describir qué ocurre que en analizar cómo ocurre, sirve de marco de referencia preliminar para el estudio de la fisiología experimental (1966, p. 309 y ss.). Y es cierto también que el mayor obstáculo, que no sin razón nuestro autor veía como oponiéndose al estudio experimental de los factores que hacen que de un huevo de

gallina surja un pollo y no un pato, era la falta de una teoría que nos permitiese comprender los fenómenos de la herencia (Jacob, 1973, p. 213; Prochiantz, 1990, p. 113).

Lo que no nos parece tan claro, sin embargo, es que basado en el reconocimiento de esa limitación de la ciencia de su tiempo o por alguna otra razón (Prochiantz, op. cit., p. 115; Huneman, op. cit., p. 120), Claude Bernard haya establecido una interdicción de principio sobre la práctica de la embriología experimental. Después de todo, y tal como el mismo Prochiantz (1990, p. 120) lo apunta, no es otro sino el propio Bernard quien pudo escribir que “cuando la fisiología sea lo suficientemente avanzada, el fisiólogo podrá hacer animales y vegetales nuevos tal y como el químico produce cuerpos que son en potencia pero que no existen en el estado natural de cosas”. Y eso será posible, según se nos explica en el mismo pasaje de los *Principes de médecine expérimentale*, porque conoceremos “las leyes íntimas de la formación de los cuerpos orgánicos tal como el químico conoce las leyes íntimas de la formación de los cuerpos minerales” (Bernard, 1947, p. 85).

Es cierto que se trata, como Prochiantz de hecho nos lo advierte, de una cita extraída de lo que no es más que el borrador de una obra que nuestro autor no llegó a concluir y esto puede sugerirnos la posibilidad de que estamos ante un comentario de escasa significación epistemológica. Pero, la idea que allí se expone ya se hacía presente en la *Introduction* cuando Claude Benard (1984, p. 130) nos decía que “un químico y un fisiólogo sólo pueden hacer aparecer nuevos seres vivientes en sus experiencias obedeciendo a leyes de la naturaleza que ellos no podrían jamás modificar” y es justamente en las *Leçons* de 1878 en donde podremos encontrar alguna indicación sobre cual sería la naturaleza de tales leyes.

Poder ejecutivo, poder legislativo

Lamentablemente, para llegar a una comprensión, aunque sólo sea aproximada, del carácter de esas putativas leyes y de su lugar en el proyecto de Claude Bernard, debemos demorarnos antes en el examen del modo en que, en esta última obra, nuestro autor retoma la idea según la cual, aun cuando todos y cada uno de los momentos del funcionamiento de un organismo puedan ser descriptos y explicados en términos de relaciones causales físico-químicas, esas relaciones se dan en el marco de un sistema o estructura cuya forma, a diferencia de la forma de los cristales o aun de las nubes, no parece poder explicarse como el resultado de la conjunción entre leyes y condiciones iniciales de carácter físico-químico. No es, en efecto, “un encuentro fortuito de fenómenos físico-químicos lo que construye cada ser según un plan y siguiendo un diseño fijado y previsto de antemano” y no es tampoco ese encuentro lo que “suscita la admirable subordinación y el armonioso concierto de los actos de la vida” (Bernard, 1966, p. 50).

Para explicar este último orden de fenómenos, nos dice Claude Bernard (1966, p. 66), debemos apelar al estado anterior y explicar esa constitución en virtud del “atavismo de los organismos que el ser vivo continúa y repite”. Y es a ese atavismo o memoria (idem, pp. 66, 345, 501) que, por no encontrar una palabra mejor, nuestro autor llama fuerza o idea rectora (idem, 1984, p. 143). Siendo “siempre esa misma idea vital la que conserva el ser reconstituyendo las partes vivientes desorganizadas por el ejercicio o destruidas por los accidentes y por las enfermedades”. Pero, pese a insistir en la idea de que “en todo germen viviente hay una idea creadora que se desarrolla y se manifiesta en su organización” (idem, p. 143), Claude Bernard (1966, p. 51) también nos aclara que, conforme la observación nos enseña, es lícito recurrir a la existencia de un plan organique, pero no a la intervention activa de un principio vital.

Así, y retomando la distinción propuesta en *Du progrès* entre un principio legislativo y un principio ejecutivo, nuestro autor nos dice que “la única *fuerza vital* que podríamos admitir sería una fuerza legislativa y en absoluto ejecutiva” (idem, ibidem), un principio que, perteneciendo más al orden de las causas formales que al orden de las causas eficientes, establece el orden en que las cosas ocurren, pero es impotente para hacer que las mismas efectivamente ocurran. Estas, insiste Bernard, siempre tienen su causa inmediata o eficiente en las condiciones físico-químicas. En eso es en donde continúa residiendo su irreductible diferencia con el vitalismo (idem, pp. 51, 57): “la fuerza vital dirige fenómenos que ella no produce, los agentes físicos producen fenómenos que ellos no dirigen”. Y si estos agentes son ciegos sin aquella fuerza, esta última es vacía o impotente sin los primeros. O dicho de otro modo: “Claude Bernard substituye la noción de una fuerza vital concebida como un obrero por la de una fuerza vital concebida como un legislador o un guía” (Canguilhem, 1992, p. 115). Esta, a la manera del conductor de un vehículo automotor, dirige una trayectoria sin impulsarla.

La comparación entre la máquina orgánica y el ingenio construido por el hombre es, en este sentido, otra vez oportuna. Pero, si vamos a insistir en ella sería oportuno hacerlo con cierto detalle y permitiéndonos distinguir tres momentos de análisis que se hacen presente tanto en el caso del producto natural como en el caso del artificio. Nos referimos, concretamente, a la distinción entre el funcionamiento, la construcción y la concepción de la máquina. Sobre el primer punto es claro que, según nuestro autor, no existe diferencia entre la máquina propiamente dicha y el organismo. El funcionamiento de ambas entidades puede ser física o químicamente explicado en virtud de la posición y de la relación que existe entre sus partes. Pero, sobre el segundo punto es necesario introducir matices y lo más importante es distinguirlo previamente. Ya en el caso de la máquina, del tercer punto, una cosa es el diseño de un objeto, la diagramación de su plano rector, y otra cosa es su construcción.

Así, si como simple recurso metodológico aceptamos una distinción taxativa entre acción intencional y evento físico, podemos decir que, en el caso de la máquina, su diseño obedece a las opciones de un agente intencional y salvo sus eventuales materializaciones en planos impresos, imágenes virtuales o maquetas, su realidad es la propia de aquello que Popper (1984, p. 136) llamó de mundo I: el mundo de los productos de la mente. La cosa, sin embargo, no es tan clara cuando consideramos su construcción: la misma, podemos decir, obedece también a acciones intencionales, pero, al mismo tiempo se trata de una serie de eventos físicos que ocurren en el espacio y en el tiempo y que tienen como resultado la constitución de algo que pesa, se mueve y hace ruido. Para construir una máquina es necesario, además, mover objetos físicos, entre ellos otras máquinas y estos fenómenos, en tanto ocurren en el mundo I de los procesos físicos, merecen también una explicación física como aquella que merece el funcionamiento de la máquina.

¿Pero qué ocurre con el organismo? Este una vez creado, ya lo dijimos, “es una máquina que funciona necesariamente en virtud de las propiedades físico-químicas de sus elementos constituyentes” (Bernard, 1984, pp. 142, 143). Pero he ahí un matiz que algunos comentaristas de Claude Bernard han dejado pasar: no es sólo el funcionamiento de esa estructura lo que ocurre conforme ese determinismo físico-químico. Dado el plan de construcción de la misma, dada la idea rectora, esa construcción también “se realiza según las leyes que rigen las propiedades químico-físicas (*sic*) de la materia”. No sólo son procesos físicos los que ejecutan las operaciones propias del funcionamiento de la máquina, sino que también lo son aquellos que ejecutan su plan de constitución y es sobre ese *côté exécutiv des choses* que tanto el fisiólogo, como el médico experimental pueden operar (Bernard, 1966, p. 379; 1984, p. 143). Así, aun cuando la idea rectora, el plan del organismo, sea inaccesible a la experimentación nada obsta para que, dentro de ciertos límites, pueda experimentarse sobre ese proceso de constitución.

Como ocurre con la máquina, el proceso por el cual el organismo se constituye es una serie de eventos físicos y químicos que se dan en el espacio y en el tiempo y como tales pueden ser físico-químicamente explicados y experimentalmente manipulados. Esa serie, podemos decir, tiene como punto de partida un estado de cosas A al cual le sigue un otro estado B si se dan las condiciones del entorno C; pero, a ese mismo punto de partida A, puede seguirle un estado D si las condiciones del entorno, en lugar de ser C son E. Y nada en el pensamiento de Claude Bernard puede llevarnos a pensar que esa relación entre A y B bajo C o entre A y D bajo E sean otras cosas que relaciones causales físico-químicas experimentalmente controlables.

Lo que tiene que ser aceptado como estado anterior es ese estado inicial A. He ahí en donde reside la causa rectora de la evolución orgánica. Las condiciones del entorno podrán llevar el proceso de

embriogénesis en distintas direcciones, pero todas ellas tendrán como punto de partida y como límite aquello que está previsto en esa idea inicial. Así, el hecho de que un organismo de una determinada forma venga a existir, es algo que depende de condiciones físico-químicas experimentalmente controlables y manipulables. Pero que el organismo tenga la forma que efectivamente tiene es algo que escapará a ese control y a esa manipulación.

Podemos entonces concluir que, aún sin anticipar los trabajos de Roux, el programa bernardiano tampoco los impugna. Pero, aun cuando Claude Bernard nos permita pensar en la posibilidad de que por la manipulación de variables físico-químicas podamos, a la manera de Waddington (1956), obstaculizar, retardar, anular o estimular y acentuar el cumplimiento de ciertas fases del desarrollo del plan orgánico de un ser vivo, su programa es claro respecto a la interdicción terminante de cualquier manipulación experimental de dicho plan (Bernard, 1966, p. 52; Prochiantz, 1990, p. 109): del huevo del conejo no podemos hacer surgir otra cosa que un conejo (Bernard, 1966, p. 332). Y he ahí la doble perplejidad que la lectura de estas páginas de Claude Bernard (1966, p. 54) nos producen. Por un lado no podemos evitar ver una incómoda semejanza entre la idea de un plan organique y la idea de un programa genético. Pero, por otro lado, nos sentimos en cierto modo defraudados por la afirmación de que ese plan rector “es inútil a la fisiología experimental porque, estando fuera del mundo físico, no puede ejercer ninguna acción retroactiva sobre él”.

Es que en efecto, existe una notoria afinidad entre las metáforas que Bernard utiliza para referirse a esa idea rectora y ciertas otras metáforas que, aun cuando hoy por hoy hayan comenzado a ser cuestionadas (Atlan, 1999, p. 32), son, sin ninguna duda, características del discurso de la genética molecular y esa afinidad, como señalaba Canguilhem (1966, p. 13), “reposa sobre su relación común con el concepto de información”. Sólo que, “Claude Bernard utilizó conceptos relativos a la información en el sentido psicológico del término para dar cuenta de un hecho hoy interpretado por conceptos de información en el sentido físico del término”. Las expresiones bernardianas *consigne*, *idée directrice*, *dessin* o *preordenance vital*, y *sens des phénomènes* “son todas tentativas de designar, por convergencia de metáforas, un hecho biológico al cual, de alguna forma, se señala antes de alcanzarlo”. Y este efecto de anticipación no puede menos que reforzarse cuando consideramos el modo en que nuestro autor, citando los trabajos de su contemporáneo Edouard Balbiani (1825-99), vindica lo que considerara como una variante del preformacionismo compatible con la idea de epigénesis (Prochiantz, 1990, pp. 111-2). Nos referimos a la afirmación de que, sin ser una “imagen reducida del nuevo ser”, “el huevo abrigaría, no solamente en potencia sino también bajo una forma figurada y substancial, algún elemento de las siguientes generaciones” (Bernard, 1966, p. 313). Así, y “sin querer hacer saltos analógicos absolutamente

impertinentes”, Prochiantz (op. cit., p. 112) apunta que “la lectura de esta hipótesis, a la luz de nuestros conocimientos actuales en genética, resulta definitivamente sorprendente porque si reemplazamos el término *sustancia atávica* por genoma caemos en un esquema al cual podría adherir todo biólogo moderno”.

Con todo, lo que separa a Claude Bernard de la genética moderna es mucho más que una palabra (Canguilhem, 1983, p. 160). Introducir una “*sustancia atávica* en un contexto epigenético” (Prochiantz, 1990, p. 112) responde, sin ninguna duda, a la misma dificultad que Blumenbach (1752-1840) pretendía resolver con la postulación de la fuerza formativa (*bildungstrieb*). Nos referimos, concretamente, a la comprensión del hecho de que nunca del huevo de una gallina surja un pavo real (Lenoir, 1989, p. 20; Duchesneau, 1999, p. 78). Siendo que es a esa misma dificultad que responde la genética molecular proponiéndonos una concepción del proceso de desarrollo que, como Mayr (1998, p. 175) apunta, también puede considerarse como una síntesis de epigénesis y preformación: “el cigoto contiene un programa genético heredado que determina en gran medida el fenotipo”. Pero, aun cuando el fenómeno o conjunto de fenómenos que quiera explicarse pueda ser considerado como idéntico, el modo en que el mismo se plantea y el tipo de solución que se procura puede ser, más allá de las imágenes, muy diferente.

Así, el modo en el que Claude Bernard se refiere a esa sustancia atávica puede, es cierto, recordarnos al plasma germinal de Weissman (1834-1914) y desde ahí a la genética moderna nos parecerá que sólo nos resta un paso (Pichot, 1993, pp. 752, 761). Pero, si enfatizamos su alusión a una fuerza evolutiva o rectora (idem, ibidem, p. 755; 1999, p. 133) es posible que la comparación con Blumenbach nos resulte más adecuada y esto hará que la distancia entre nuestro autor y Watson o Crick nos parezca mayor. Por eso, aun cuando pueda decirse que el desarrollo de la genética molecular “justifica *a posteriori* las metáforas de Claude Bernard” (Canguilhem, 1966, p. 13), “sería temerario concluir que la proximidad de las significaciones recubre una analogía de conceptos y tomar a Claude Bernard por un precursor de Watson y Crick”. No debemos perder de vista que se trata solamente de una justificación de metáforas y no de conceptos o teorías que están siendo hechas desde un contexto muy diferente de aquel que les dio origen.

Más allá de ese fenómeno de exaptación terminológica que pueda darse entre las metáforas de Claude Bernard y la moderna genética molecular, lo que aquí debe interesarnos es saber cuál era la trama de supuestos y teorías que, en el contexto del pensamiento bernardiano, pudo operar como una presión selectiva favorable a las mismas. Es posible que si nos demoramos en el análisis de ese contexto original, descubramos que, lejos de estar señalando el camino que luego vino a ser recorrido por la biología contemporánea, nuestro autor haya usado esas imágenes para apuntar en una dirección absolutamente

diferente. Hecho que, por otra parte, sería absolutamente coherente si lo consideramos a la luz de aquello que nos trajo hasta aquí: la dificultad en compatibilizar esas modernas metáforas bernardianas con la idea de que la morfología orgánica obedece a límites estrictos (Bernard, 1966, pp. 332, 330) que escapan a cualquier manipulación experimental. Siendo que, para entender esto último debemos detenernos en el análisis de la noción de ley morfológica que Bernard introduce en esa discusión sobre el origen y causas de la morfología que aparece en la tercera parte de su octava *Leçon*.

Lo que allí leemos, por otra parte, no sólo nos da una dimensión más clara de la distancia existente entre los puntos de vista de nuestro autor y aquellos de la genética contemporánea, sino que también puede permitirnos una mejor comprensión de la naturaleza de esas leyes especiales de los seres vivos a las que se aludía en la *Introduction* de 1865. Esas leyes, recordemos, eran puestas en evidencia por relaciones constantes entre variables fisiológicas que, no pudiendo ser pensadas ni como leyes físicas ni como teoremas de éstas, tenían que ser consideradas como obedeciendo a la propia estructuración de los seres vivos. Pero, lo que en aquel texto todavía podríamos haber llegado a pensar como una conformación contingente de la materia orgánica, ahora aparecerá como una configuración establecida por leyes morfológicas específicas.

Así, en diferentes pasajes de las *Leçons*, Claude Bernard (1966, pp. 63, 66, 345, 379) insistirá en distinguir dos tipos de factores que siempre habría que considerar sin nunca confundir en el estudio experimental de lo viviente:

- 1) Las leyes pre-establecidas que rigen la forma y el orden interno de los seres orgánicos.
- 2) Las condiciones físico-químicas determinadas que son necesarias a la aparición de los fenómenos que en ellos ocurren.

Si puede decirse que estas últimas son suficientes para explicarnos cómo la máquina orgánica opera y ejecuta sus diferentes funciones, las primeras son las que establecen la estructura o la forma que esa máquina habrá de tener y el orden en el que esas funciones serán ejecutadas, siendo “sobre todo por el estudio del desarrollo (*développement*)” que, al decir de nuestro autor, “se puede adquirir la noción de la existencia de leyes que reglan la constitución morfológica de los seres” (Bernard, op. cit., p. 330).

Allí, se nos dice en aquellos pasajes de la octava *Leçon* antes aludidos, que “entrevemos desde los primeros momentos un plan ideal que se realiza escalón por escalón” (idem, ibidem, pp. 330, 331). Pero, el resultado final de ese proceso nunca podría ser previsto por la simple descripción de su punto de partida. Para que eso sea posible es necesario conocer el origen del *protovun*: sólo “si sabemos de donde sale, sabemos lo que será”. Nada semejante a la idea de programa genético parece

tener aquí algún lugar. Si así fuese, algo del mismo tendría que estar cifrado en el huevo y no sería necesario conocer su origen para determinar si el mismo dará lugar a un pez o a un mamífero.

El análisis experimental del huevo sólo podría, en la perspectiva de Claude Bernard (1984, pp. 143, 646), darnos a conocer los medios físico-químicos con los que será construido el nuevo ser o, incluso, puede darnos a conocer las fuerzas físicas que ejecutarán esa tarea. Pero, el plan de trabajo no está allí: está en el origen mismo de todas las formas vivientes (idem, 1966, pp. 331, 341) y es por eso que no pudiendo “encontrarlo en las causas segundas o actuales” que estudia la biología experimental debemos remitirlo al orden de las causas primeras. Con todo, las causas primeras no tienen porqué ser confundidas aquí con algún designio sobrenatural. Lejos de eso, Claude Bernard (1966, pp. 341, 331) parece estar queriéndonos indicar que la forma de los seres orgánicos depende de un orden cósmico general cuya constitución, supone nuestro autor, escapa a cualquier ciencia positiva. El ser vivo, nos dice:

Es como el planeta que describe su órbita elíptica en virtud de un impulso inicial; todos los fenómenos que ocurren en la superficie de este planeta, como los fenómenos vitales en el organismo, manifiestan el juego y fuerzas físicas actualmente presentes y activas; pero la causa que le ha impreso su impulso inicial está fuera de esos fenómenos actuales y obedece solamente al equilibrio cósmico general. Sería necesario cambiar el sistema planetario entero para modificarlo; el estado de cosas actual es el resultado de un equilibrio en el cual concurren todas las partes, y que trastornaría todas las partes si el mismo fuese cambiado en un punto.

Y lo que ocurre con la órbita del planeta, fenómeno cuya pauta constante Bernard considera en sí mismo como una ley, es lo mismo que ocurre con la pauta que rige la forma del organismo: la misma está arraigada en el orden cósmico general, siendo que “de eso resulta que en el estado actual de cosas la morfología está fijada” (Bernard, 1966, p. 332). Es cierto que “en otro equilibrio cósmico, la morfología vital sería otra” (idem, *ibidem*, p. 333; Grmek, 1965, pp. 59-60); pero decir eso implica que, para cambiar esa morfología, deberíamos poder cambiar todo ese orden y para explicarla deberíamos poder explicar como este orden pudo conformarse de la forma en que lo hizo.

Pero, nos preguntaría Claude Bernard ¿en base a qué condiciones antecedentes podríamos explicarlo? Debemos reconocer, por eso, que “esas leyes morfológicas derivan de causas que están fuera de nuestro alcance” (Bernard, 1966, p. 341). En este sentido, preguntarse ¿por qué los seres vivos tienen la estructura que tienen? sería lo mismo que preguntarse ¿por qué las leyes físicas son las que efectivamente son? Es decir, en uno y otro caso nos estaríamos preguntando ¿por qué el

mundo es como es y no de otra forma? Y eso, en la perspectiva de Claude Bernard, sólo puede llevarnos a la especulación metafísica.

Leyes de la forma

Sin embargo, una cosa es decir que “la fisiología señala la existencia de leyes que ella no estudia” (Bernard, 1966, pp. 325, 341-2) y otra cosa muy distinta sería decir que obedece a leyes desconocidas. Lo que no es claramente el caso de Claude Bernard. Los cuatro tipos de organización o de desarrollo propuestos por Cuvier (1773-1838) o Von Baër (1792-1876) eran para él aproximaciones a estas leyes. Sólo que el estudio de las mismas, nos dice, debe ser considerado “dominio de la zoología o de la botánica” y no de la fisiología. Esta debe aceptarlas como un dato primitivo y como un límite. Puede decirse incluso que, en este sentido, las leyes morfológicas que rigen el orden de los fenómenos se aproximan de las leyes físicas que rigen su sucesión y aparición: unas y otras explican sin ser explicadas y, en este sentido, ambos tipos de leyes deben ser considerados, por lo menos por el fisiólogo, como el punto en donde la pala del análisis se tuerce.

Subsiste, pese a todo, una diferencia fundamental y la misma nos remite, otra vez, a la distinción entre principios ejecutivos y legislativos. Las leyes físicas son leyes causales que rigen la aparición (*apparition*) de los fenómenos. Son leyes que hacen que dado un cierto fenómeno otra cosa ocurra o deje de ocurrir. Las leyes morfológicas, en cambio, sin poder determinar que un cierto objeto venga a existir, establecen la forma que ese algo habrá de tener. Las primeras rigen el acontecer de las cosas, las segundas establecen un repertorio de formas posibles que podrán o no venir a existir en virtud de aquello que efectivamente ocurra.

Las leyes morfológicas, nos dice Claude Bernard (1966, pp. 335, 333, 379), “son leyes ... *durmientes* o *expectantes* que no impiden ni producen ningún fenómeno, que no actúan y sobre las cuales no podemos actuar”. Pero, aun así, estas leyes definen “un número infinito de formas vivas que desconocemos” y que, existiendo “virtualmente en la naturaleza”, también pueden ser caracterizadas como durmientes o expectantes. Siendo que su actualización o efectivización y su perpetuación dependerán de que las “condiciones de existencia” adecuadas tengan o no lugar, “el fenómeno vital está preestablecido en su forma, no en su aparición”. Hay, entonces, más formas orgánicas posibles que aquellas que de hecho existen. Las leyes morfológicas establecen un repertorio de seres infinito, pero los mismos no son todos co-possibles: dadas ciertas condiciones físico-químicas específicas una u otra porción finita de ese repertorio podrá o no venir a la existencia.

Sin embargo, no todo lo que es compatible con la economía actual del cosmos de hecho existe: hay condiciones físico-químicas realizables

que no se dan naturalmente, pero pueden ser experimentalmente producidas en vistas a actualizar otros seres posibles. Tal es el caso de “los cuerpos nuevos que forman los químicos” (Bernard, 1966, p. 334). Los mismos no son, estrictamente hablando, creados sino más bien actualizados en tanto ya estaban dados como “virtualmente posibles en las leyes de la naturaleza”. Sin pretender crear las leyes que hacen posibles tales cuerpos, el químico se limita “a realizar las condiciones que la *ley creadora* exigía para manifestarse” (Bernard, 1984, p. 130; 1865, p. 655).

Pero, tal como lo vimos poco más arriba, esto, según nos decía Claude Bernard (1984, p. 130; 1865, p. 655) también puede ocurrir con los seres vivos. Subordinándose siempre al marco establecido por las leyes de la naturaleza, el fisiólogo experimental también puede crear, por la manipulación experimental, nuevos seres actualizando de condiciones físico-químicas algunas de las posibilidades previstas por las leyes creadoras. Y nos es ahora claro que, cuando usaba la expresión *loi créatrice*, Bernard no se refería a un principio vital que actuase como causa eficiente, sino a leyes morfológicas que, tanto en el plano de los cuerpos brutos como en el de los cuerpos organizados, definían pautas posibles de estructuración. Es decir, algo semejante a lo que hoy llamaríamos morfoespacio (Goodwin, 1998, p. 139).

Como Thom (1977, p. 287), Claude Bernard también creía que, tanto en biología como en química, existen “estructuras formales ... que prescriben las únicas formas posibles que puede presentar una dinámica de auto organización en un medio dado” y en este sentido puede vincularse este aspecto del pensamiento bernardiano con esa inteligibilidad geométrica (Gayon, 1987, p. 60) que hoy, reivindicando la figura de Thompson (1992), se insinúa en distintos dominios de la biología (Bouligand y Lepescheux, 1998). Pero, si este salto al futuro pueda sernos útil para entender un aspecto a menudo pasado por alto del pensamiento de Claude Bernard, es sólo porque el *morphological turn* de ciertos desarrollos de la biología moderna constituye, él mismo, una recuperación de ese mismo pensamiento tipológico que nuestro autor ha tomado de Cuvier (Webster y Goodwin, 1996, p. 15).

Más próximo de este último que de Darwin, Claude Bernard (Goodfield, 1987, p. 141) piensa, como vimos, que los organismos realmente existentes se estructuran en función de un conjunto definido de planes de organización o *a prioris morfológicos* (Canguilhem, 1966, p. 10) que, si bien obedecen a un orden cósmico dado, no pueden ser considerados como el mero resultado de una serie de contingencias históricas sino como un marco dentro del cual la historia viviente habrá de ocurrir. Las leyes morfológicas limitan el juego de lo posible biológico concomitantemente con las leyes físicas y esto significa que, al manipular los cuerpos organizados, el experimentador deberá aceptar el límite de esas leyes al igual que acepta las constricciones de la legalidad física (Bernard, 1984, p.130; 1865, p. 655).

Las leyes, nos dice nuestro autor (Bernard, 1966, p. 379), “las podemos conocer, la observación nos la revela; pero, somos impotentes para modificarlas”. Esto vale tanto para las leyes morfológicas que establecen el plano de constitución de los seres organizados como para las leyes físicas que regulan su aparición. Con todo, dentro de esos márgenes, nuestra capacidad para controlar los fenómenos vitales puede llegar a permitirnos incluso la creación de nuevos seres o aun de monstruos; pero, tanto unos como otros respetaran las constricciones del morfoespacio.

En realidad, la perplejidad que nos produce la lectura de las referencias de Claude Bernard (1966, p. 51), a esa inalterabilidad experimental del plan de construcción de los organismos, el *plan organique* obedece justamente al hecho de que nos apresuramos a leer sus metáforas como entrañando una anticipación de la genética contemporánea y perdemos de vista su solidaridad con esa morfología racional (Webster y Goodwin, 1996, p. 8) que el darwinismo acabó eclipsando. Es a un coherente seguidor de Cuvier y no a un precursor miope de Watson y Crick que tenemos que leer en este párrafo: “los fenómenos vitales tienen sus condiciones físico-químicas rigurosamente determinadas; pero, al mismo tiempo, se subordinan y se suceden en un encadenamiento regido por una ley fijada de antemano: se repiten eternamente con orden, regularidad, constancia y se armonizan en vistas a un resultado que es la organización y el crecimiento del individuo” (Bernard, 1966, p. 51).

Para nosotros, de un modo u otro *neo-darwinianos*, el *plan orgánico* es siempre algo más o menos parecido a un conjunto mutante y no plenamente articulado de instrucciones que de un modo más o menos estricto obedece a las exigencias de la selección natural (Mayr, 1988, pp. 16, 49). Y es ese carácter contingente y *bricolado* lo que nos permite pensar en su manipulación y modificación experimental. Pero, ajeno a la preocupación darwinista relativa al origen y a la evolución de las estructuras adaptativas, Claude Bernard estaba interesado en los principios que regían la constitución de sistemas organizados y no se preocupó con el problema de definir un registro material para la transmisión hereditaria de aquellas estructuras. Como ocurría con Cuvier (1992, p. 96 y ss.), era la correlación de las partes y no las condiciones de existencia lo que a nuestro autor le parecía fundamental explicar (Bernard, 1966, p. 50).

Desde su perspectiva, para que un organismo pueda adaptarse a las exigencias de su ambiente, en un sentido más o menos próximo al darwiniano, debía ser antes una estructura morfológicamente viable. Y era eso lo que ese atavismo o memoria hereditaria venía a garantizar (*idem*, *ibidem*, pp. 66, 345, 335). Por su mediación, un organismo transmitía a la descendencia las instrucciones adecuadas a la constitución de una forma posible y no las instrucciones relativas a la construcción de una forma adaptada. Siendo justamente sobre ese ajuste que Claude Bernard creía imposible interferir, pretender hacerlo sería algo semejante

a querer construir máquinas que desobedeciesen las leyes de la física. En ese limite, interferir es abortar.

No le preguntemos, sin embargo, al texto de Claude Bernard que es lo que podría ocurrir por sobre esas constricciones morfológicas fundamentales. Hasta dónde podríamos forzar experimentalmente esas formas y cuál es el margen de variación a la que las mismas podrían dar lugar en la naturaleza, eran cosas que escapaban al ámbito de su reflexión y si insistimos en esos interrogantes, es posible que la única respuesta que encontremos sea la que nos den los prejuicios y las limitaciones de un hombre y no la que nos sea permitido formular a partir de las posibilidades de un programa de investigación. Este, es cierto, no previó ciertos desarrollos posibles de la biología funcional y prácticamente ignoró el dominio de lo que iba venir a ser la biología evolutiva; pero tampoco los impugnó de antemano. Por otra parte, la actual preocupación por las leyes de la auto organización (Webster y Goodwin, 1996, p. 231 y ss.) parece justificar los reparos de Claude Bernard sobre los límites de lo posible biológico y lo hace en un nivel que, nos parece, va más allá de las metáforas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, C.; Bekoff, M. y Lauder, G. (eds.) 1998 *Nature's purposes: analysis of function and design in biology.* Cambridge, MIT Press.
- Atlan, H. 1999 *La fin du "tout génétique"?* . Paris, INRA.
- Bergson, H. 1998 'La philosophie de Claude Bernard'. En *La pensée et le mouvant.* Paris, PUF.
- Bernard, C. 1984 (1865) *Introduction a l'étude de la médecine experimentale.* Paris, Flammarion.
- Bernard, C. 1966 (1878) *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux.* Paris, Vrin.
- Bernard, C. 1947 *Principes de médecine expérimentale.* Paris, PUF.
- Bernard, C. 1875 *Leçons sur les anesthésiques et sur l'asphyxie.* Paris, Baillière.
- Bernard, C. 1865 'Du progrès dans les sciences physiologiques'. *Revue des deux mondes*, 58, pp. 640-63.
- Bertalanffy, L. 1974 *Robots, hombres y mentes.* Madrid, Guadarrama.
- Bichat, X. 1994 (1800) 'Recherches physiologiques sur la vie et la mort (1^è partie)'. En *Recherches physiologiques sur la vie et la mort (1^è partie) et autres textes.* Paris, Flammarion.

- Bouligand, Y. y Lepescheux, L.*
1998 'La théorie des transformations'.
La Recherche, 305, pp. 78-83.
- Brown, H.*
1983 *La nueva filosofía de la ciencia.*
Madrid, Tecnos.
- Canguilhem, G.*
1992 *La connaissance de la vie.*
Paris, Vrin.
- Canguilhem, G.*
1988 *Idéologie et rationalité dans l'histoire des sciences de la vie.*
Paris, Vrin.
- Canguilhem, G.*
1983 *Études d'histoire et de philosophie des sciences.*
Paris, Vrin.
- Canguilhem, G.*
1966 Préface a C. Bernard. En *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux.* Paris, Vrin.
- Canguilhem, G.*
1966 'Le tout et la partie dans la pensée biologique'. *Les Études philosophiques.*
Paris, PUF, année 21, n° 1, pp. 5-16. Nouvelle Serie.
- Cassirer, E.*
1967 *Kant: vida y doctrina.*
México, Fondo de Cultura Económica.
- Cassirer, E.*
1948 *El problema del conocimiento IV.*
México, Fondo de Cultura Económica.
- Churchill, F.*
1973 'Chabry, Roux, and the experimental method'.
En R. Giere y R. Westfall, *Foundations of scientific method: the nineteenth century.* Bloomington, Indiana University Press, pp. 161-205.
- Collingwood, R.*
1940 *An essay on metaphysics.*
Oxford, Oxford at the Clarendon Press.
- Collins, F. y Jegalian, K.*
2000 'Le code de la vie déchiffré'.
Pour la Science, 267, pp. 46-51.
- Comte, A.*
1912 *Système de politique positive.*
Paris, G. Crès & Cie.
- Comte, A.*
1907 *Cours de philosophie positive.*
Paris, Schleicher frères.
- Cuvier, G.*
1992 (1812) *Recherches sur les ossements fossiles de quadrupèdes*
(Discours Préliminaire). Paris, Flammarion.
- Delouya, D.*
1994 'A filosofia da biologia à luz da biologia molecular: resolveu-se o misterio?'.
Cadernos de História e Filosofia da Ciência, S. 3, vol. 4 (1), pp. 51-9.
- Delsol, M.*
1989 *Cause, loi, hasard en biologie.*
Paris, Vrin.
- Duchesneau, F.*
1999 'Force essentielle et force formativa: les modèles de épigenèse au XVIII siècle'. En B. Feltz, M. Crommelink, Ph. Goujon (eds.),
Auto-organisation et émergence dans les sciences de la vie. Bruxelles, OUSIA.
- Duchesneau, F.*
1998 'La structure normale et pathologique du vivant'. En M. Grmek (ed.),
Histoire de la pensée médicale en Occident III (de le romantisme à science moderne). Paris, Seuil, pp. 29-58.
- Duris, P. y Gohau, G.*
1997 *Histoire des sciences de la vie.*
Paris, Nathan.
- Dutra, L.*
1999 'Réalisme et fictionalisme chez C. Bernard'.
Dialogue XXXVIII, pp. 719-42.

- Dutra, L.*
1992 'A metodologia de Claude Bernard como antecipação da metodologia popperiana'. En F. Évora (ed.), *Século XIX: o nascimento da ciência contemporânea*. Campinas, CLE/Unicamp, pp. 247-60.
- Gayon, J.*
1992 'Les réflexions methodologiques de C. Bernard'. *Bulletin de Histoire et Epistémologie des Sciences de la Vie*, vol. III (1), pp. 145-61.
- Gayon, J.*
1987 'L'espèce sans la forme'. En J. Gayon y Wunenburger (eds.), *Les figures de la forme*. Paris, L'Harmattan, pp. 50-62.
- Gendron, C.*
1992 *C. Bernard: rationalité d'une méthode*. Paris, Vrin.
- Giere, R. y Westfall, R.*
1973 *Foundations of scientific method: the nineteenth century*. Bloomington, Indiana University Press.
- Goodfield, J.*
1987 *El desarrollo de la fisiología científica*. México, UNAM.
- Goodfield, J.*
1974 'Estrategias cambiantes: comparación de actitudes reduccionistas en la investigación médica y biológica en los siglos XIX y XX'. En F. Ayala y T. Dobzhansky (eds.), *Estudios sobre la filosofía de la biología*. Barcelona, Ariel.
- Grmek, M. (ed.)*
1999 *Histoire de la pensée médicale en Occident III (de le romantisme à science moderne)*. Paris, Seuil.
- Grmek, M. (ed.)*
1997 *Histoire de la pensée médicale en Occident II (de la renaissance aux lumières)*. Paris, Seuil.
- Grmek, M. (ed.)*
1997 *Les legs de Claude Bernard*. Paris, Fayard.
- Grmek, M.*
1991 *Claude Bernard et la méthode experimental*. Paris, Payot.
- Grmek, M.*
1990 *La première révolution biologique*. Paris, Payot.
- Grmek, M.*
1965 *Claude Bernard: cahier de notes (1850-60)*. Paris, Gallimard.
- Goodwin, B.*
1998 *Las manchas del leopardo*. Barcelona, Tusquets.
- Holmes, F.*
1999 'La physiologie et la médecine expérimentale'. En M. Grmek, (ed.) *Histoire de la pensée médicale en Occident III (de le romantisme à science moderne)*. Paris, Seuil, pp. 59-98.
- Huneman, P.*
1998 *Bichat, la vie et la mort*. Paris, PUF.
- Jacob, F.*
1973 *La lógica de lo viviente*. Barcelona, Laia.
- Kant, I.*
1989 *Principios metafísicos de la ciencia de la naturaleza*. Madrid, Alianza.
- Lecourt, D.*
1999 'Déterminisme'. En *Dictionnaire d'histoire et philosophie des sciences*. Paris, PUF, pp. 299-303.
- Lenoir, T.*
1989 *The strategy of life*. Chicago, The Chicago University Press.
- Malherbe, J.*
1981 'Karl Popper et Claude Bernard'. *Dialéctica*, 35, pp. 373-88.

- Mayr, E. 1998 *Así es la biología.* Madrid, Debate.
- Mayr, E. 1988 *Toward a new philosophy of biology.* Cambridge, Harvard.
- Mayr, E. 1961 'Cause and effect in biology'. *Science*, 134, pp. 1501-6.
- Medawar, P. 1974 'Hypothesis and imagination'. En P. Schilpp (ed.), *The philosophy of Karl Popper*. La Salle, Open Court.
- Nagel, E. 1998 'Teleology revisited'. En C. Allen et alii, *Nature's purposes: analysis of function and design in biology*. Cambridge, MIT Press, pp. 197-240.
- Nagel, E. 1978 *La estructura de la ciencia.* Buenos Aires, Paidós
- Pichot, A. 1999 *Histoire de la notion de gène.* Paris, Flammarion.
- Pichot, A. 1994 'Présentation a X. Bichat'. *Recherches physiologiques sur la vie et la mort et autres textes.* Paris, Flammarion.
- Pichot, A. 1993 *Histoire de la notion de vie.* Paris, Gallimard.
- Pichot, A. 1987 'The strange object of biology'. *Fundamenta Scientiae*, 8, pp. 9-30.
- Pichot, A. 1983 'Explication biochimique et explication biologique'. En H. Barreau (ed.), *L'explication dans les sciences de la vie.* Paris, CNRS, pp. 69-105.
- Popper, K. 1984 *El universo abierto: post scriptum a la lógica de la investigación científica.* Madrid, Tecnos, vol. III.
- Popper, K. 1980 *The logic of scientific discovery.* Cambridge, Unwin.
- Popper, K. 1979 *Objective knowledge.* Oxford, Clarendon Press.
- Prochiantz, A. 1990 *C. Bernard: la révolution physiologique.* Paris, PUF.
- Rescher, N. 1994 *Los límites de la ciencia.* Madrid, Tecnos.
- Rey, R. 1997 'L'âme, le corps et le vivant'. En M. Grmek (ed.), *Histoire de la pensée médicale en Occident II (de la renaissance aux lumières).* Paris, Seuil, pp. 117-56.
- Rosemberg, A. 1997 'Reductionism redux: computing the embryo'. *Biology & Philosophy*, 12, pp. 445-70.
- Schiller, J. 1973 'The genesis and structure of C. Bernard experimental method'. En R. Giere y R. Westfall, *Foundations of scientific method: the nineteenth century.* Bloomington, Indiana University Press, pp. 130-60.
- Taton, R. (ed.) 1981 *La science contemporaine I: le XIX siècle.* Paris, PUF.
- Thom, R. 1986 'El método experimental: un mito de los epistemólogos (y de los científicos)'. En J. Hamburger (ed.), *La filosofía de la ciencia, hoy.* México, Siglo XXI.
- Thom, R. 1977 *Stabilité structurelle et morphogénèse.* Paris, Interéditions.

- Thompson, D.*
1992 *On growth and form.*
Cambridge, Cambridge University Press.
- Toulmin, S.*
1975 'Concepts of function and mechanism in medicine and medical science'.
En H. Engelhardt y S. Spicker (eds.), *Evaluation and explanation in the biomedical sciences.* Dordrecht, Reidel, pp. 51-66.
- Waddington, C.*
1956 *Principles of embryology.*
London, Allen & Unwin.
- Watkins, J.*
1974 'Racionalidad imperfecta'.
En R. Borger y F. Cioffi (eds.), *La explicación en las ciencias de la conducta.*
Madrid, Alianza.
- Webster, G. y*
Goodwin, B.
1996 *Form and transformation.*
Cambridge, Cambridge University Press.

Recebido para publicação em junho de 2000.

Aprovado para publicação em outubro de 2000.