

DOI: <https://doi.org/10.22201/iifs.18704905e.2022.1382>

EL CUERPO COMO UN TODO Y NO COMO UNA SUMA DE PARTES: LA PROPUESTA HOLISTA DE WALTER B. CANNON

RAMÓN ORTEGA LOZANO

Centro Universitario San Rafael-Nebrija

Universidad Nebrija

Grupo Ética Salubrista para la Acción, el Cuidado y la Observación Social
(ESPACyOS)

Instituto de ética Clínica Francisco-Vallés

rortega@nebrija.es

*En memoria de José Luis González Recio*¹

RESUMEN: Este artículo analiza los conceptos filosóficos que hay detrás de la fisiología de Walter B. Cannon. Este fisiólogo tenía una concepción teleológica del organismo. Para poder comprender mejor la naturaleza de las funciones orgánicas, le resultaba muy útil preguntarse por el propósito de los procesos fisiológicos. Su teoría de la emergencia y el concepto de homeostasis son el resultado de este planteamiento. Cannon explicó muchos ejemplos que ilustran procesos teleológicos en el cuerpo humano, aunque encontró mecanismos que parecen carecer de propósito o que van en contra de la salud y la supervivencia. Por tanto, se explicará la concepción holista y teleológica de Cannon y sus aportaciones teóricas a la fisiología.

PALABRAS CLAVE: fisiología holista, teleología, homeostasis, teoría de la emergencia de Cannon, teleonomía

SUMMARY: This article analyzes the philosophical concepts behind Walter B. Cannon's physiology. This physiologist had a teleological conception of the organism. To understand better the nature of the organic functions, he found very useful to question the purpose of the physiological processes. His Emergency Theory and the homeostasis concept are the results of this approach. Cannon explained many examples to illustrate teleological processes in the human body, but he found some mechanisms that seem to lack a purpose or work against the body's health and survival. Throughout this article, Cannon's holistic and teleological conception and his theoretical contributions to the world of physiology will be explained.

KEY WORDS: holistic physiology, teleology, homeostasis, Cannon's Emergency Theory, teleonomy

¹ Facultad de filosofía, Universidad Complutense de Madrid.

1. *Introducción*

Hacia el final de su vida, Walter B. Cannon (1871–1945) comenzó a escribir su autobiografía: *The Way of an Investigator*.² En ella relató una serie de episodios que lo convirtieron en la insigne figura de la fisiología que llegó a ser. Sin embargo, la importancia de este libro radica en que puede ayudar a comprender algunas de sus ideas fundamentales sobre la investigación fisiológica; ideas que dejó plasmadas de forma sistemática a lo largo de los capítulos que dedica a sus descubrimientos, sus desafíos, sus errores y su constante búsqueda del funcionamiento de los mecanismos fisiológicos que investigaba. Es una obra clave para entender la concepción epistemológica que Cannon acabó teniendo de la fisiología, así como de los lineamientos metodológicos que empleó. Entre otros temas, la obra explica la forma de guiar la investigación fisiológica desde una perspectiva holista, la forma en que llegó a formular las hipótesis que le dieron la clave para resolver los enigmas con los que se fue encontrando a lo largo de sus estudios y, especialmente importante, su concepción teleológica de la vida.

El presente artículo pretende abordar las claves epistemológicas que pueden encontrarse en la fisiología de Walter B. Cannon. Se analizará, pues, la concepción general que tenía de la fisiología holista, para después presentar las ideas particulares con que contemplaba su propia fisiología. Se podrá justificar que Cannon era consciente de que la fisiología mecanicista necesitaba ser sustituida por otra que atendiera los procesos integrados del organismo. Al mismo tiempo, se mostrará la concepción teleológica que Cannon tenía del organismo biológico, pero también sus reservas.

2. *Del fisiólogo mecanicista al fisiólogo holista*

En este artículo se usa el concepto de fisiología holista (en contraposición a fisiología mecanicista) porque se pretende generalizar, de una manera clara, las diferentes formas en las que se ha usado la concepción ontológica, epistemológica y metodológica de la fisiología durante los siglos XIX y XX. Siguiendo las palabras de David Hull:

ninguno de estos términos (mecanicista, vitalista, reduccionista, holista) puede ser definido con alguna claridad. No hay dos personas que parezcan usarlos de la misma forma. Este caos terminológico sólo es

² En este trabajo utilizo el facsímil publicado en 1965 de la obra póstuma de Cannon de 1945.

superado por la facilidad con que un bando caricaturiza alegremente los puntos de vista del otro, y luego protesta porque sus propios puntos de vista —en un ultraje indigno— han sido malinterpretados. (1974, p. 125)³

De hecho, son muchas las formas en las que se ha hablado de la fisiología de Cannon. Por citar un ejemplo, Garlan Allen (1983) hace un análisis de lo que él denomina el paso del materialismo mecanicista al materialismo holista. Usa estos términos porque la fisiología practicada por investigadores como Carl Ludwig (1816–1895), Jaques Loeb (1859–1924) y, posteriormente, Ivan Pavlov (1849–1936) consideraban, alejándose de las teorías vitalistas y de la *Naturephilosophie*, que los fenómenos biológicos se reducían a materia (átomos y moléculas) en movimiento y que, por tanto, se regían “de acuerdo con leyes físicas [y químicas] descubribles” (p. 232). Un aspecto que sustentan los autores del materialismo holista que Allen analiza, como Lawrence J. Henderson (1878–1942), John S. Haldane (1860–1936), Charles S. Sherrington (1857–1952), y el mismo Walter Bradford Cannon. Los materialistas mecanicistas y los holistas se diferencian en que

para los mecanicistas las propiedades del todo podían deducirse de las propiedades de las partes individuales y separadas. Para los materialistas holistas las propiedades del todo podían deducirse en parte por las propiedades de cada una de las partes, pero también de sus propiedades [emergentes] cuando actuaban en concierto. (Allen 1983, p. 232)

Aunque Allen alude a la fisiología de Cannon bajo este concepto de materialismo holista, han existido otras formas de enunciarse. Entre ellas se encuentra el concepto de organicismo. Haldane (a quien Cannon conoce en 1918 en la *Royal Society* en Londres), por citar un ejemplo, es el autor que introdujo en el mundo anglófono la palabra “organicismo” como una posición entre el vitalismo y el mecanicismo (Esposito 2017). Para este fisiólogo inglés, entre el medio ambiente y el organismo hay una actividad de intercambio que no cesa. El medio ambiente influye en la actividad interna del organismo, que responde a cualquier estímulo fluyendo como un todo. El cuerpo viviente y su ambiente fisiológico forman un todo orgánico: “La relación del organismo vivo con su medioambiente no es menos peculiar y específica que la relación entre sus partes internas y actividades” (Haldane 1913, p. 79). Otro ejemplo se puede encontrar en Alfred

³ Las traducciones de los textos en inglés son mías.

North Whitehead (1807–1947), quien llamó a su filosofía mecanicismo orgánico, pues cada “organismo” es la combinación de otros organismos de niveles inferiores, hasta llegar a los más ínfimos, los átomos. Pero el entrelazamiento de estos últimos constituyentes, es decir, por encima de ese nivel, da pie a las células que crean órganos y tejidos, que en una última combinación activan el funcionamiento del cuerpo viviente: “La ciencia está adoptando un nuevo enfoque que no es puramente físico ni puramente biológico, se está transformado en el estudio del organismo” (Whitehead 1953, p. 103).

Cannon también analiza, como se verá más adelante en este artículo, las dos diferentes aproximaciones metodológicas con las que la fisiología ha abordado los fenómenos biológicos. Por un lado, el análisis de las funciones de los órganos y otros elementos de forma aislada (mecanicismo) y la síntesis del funcionamiento de los órganos con sus sistemas en una cooperación que integra al organismo como un todo. Por eso, él la llama fisiología sintética o integradora (1965, p. 91). No obstante, en este artículo se ha preferido el uso más general de fisiología holista para referirse a la fisiología que entiende el cuerpo como un todo, en el que las funciones, sistemas, órganos y elementos se encuentran en constante interrelación.⁴ A continuación, se expondrá por qué Cannon es uno de los principales representantes de esta forma de entender los procesos fisiológicos de los seres vivos.

Cuando Walter B. Cannon comenzó su labor investigadora, sólo contaba con las competencias obtenidas en el Instituto de Harvard y la serie de conocimientos médicos que había podido acumular en los primeros meses de su primer año de carrera. Sin embargo, compensaba esta situación con un gran entusiasmo para compaginar las clases con la experimentación fisiológica. Cannon comienza su investigación fisiológica bajo una perspectiva mecanicista. Henry P. Bowditch (1840–1911), su supervisor, se formó en el laboratorio de Leipzig, un instituto de investigación que se convirtió en el ejemplo a seguir por otras instituciones de este tipo (Ortega 2013, p. 78). Bowditch aprendió, a su vez, de la mano de Carl Ludwig, una de las principales figuras de la fisiología mecanicista y uno de los representantes de lo que será conocido como la escuela reduccionista alemana (Allen 1983) [junto con Emil du Bois-Reymond (1818–1896), Ernst von Brücke (1819–1892), Herman von Helmholtz (1821–1894) y Eduard Pflüger (1829–1910)]. Carl Ludwig es recordado por su

⁴ Para conocer más sobre el entorno científico y filosófico de Cannon y otros fisiólogos que pueden catalogarse en el marco de la fisiología holista, véase Ortega Lozano 2019.

manual de fisiología (*Lehrbuch der Physiologie des Menschen*) que constituye el primer tratado de esta rama de la biología moderna, y supone un giro epistemológico que la conecta con el resto de la ciencia natural. La obra se convirtió, así, en el modelo de una nueva forma de estudiar las funciones dentro de los organismos, mediante un programa detallado que consolidó el pensamiento reduccionista. En su manual no hay una sola línea que haga referencia a cuestiones morfológicas. No se habla de anatomía comparada o de embriología, ni siquiera de la teoría celular: “Su intención era dar prioridad a la física sobre la anatomía cuando se hablaba de fisiología” (Lenoir 1982, p. 157). Por eso es que a esta escuela se le considera reduccionista, porque postula que todos los procesos fisiológicos de los organismos se someten a las mismas leyes de la física y la química que rigen en cualquier otro tipo de materia: “[...] el animal se muestra a sí mismo como un sistema en el que las fuerzas pueden desarrollarse en una forma aparentemente independiente, pero estas fuerzas sólo son posibles mientras que las conversiones químicas ocurran en él” (Ludwig 1858, p. 12).

Bowditch, por tanto, aborda la fisiología desde la perspectiva epistemológica y metodológica proveniente de dicha escuela reduccionista alemana. Los experimentos que este último asignó a Cannon, así como la programática seguida en ellos, fue producto de esa perspectiva mecanicista (Ortega Lozano 2018, pp. 34–37). Su intención era que Cannon explorase los movimientos peristálticos del tubo digestivo con el empleo de un aparato de rayos X (Cannon 1898, pp. 359–382). El registro de estos datos tenía que ser cuantificable y se esperaba de Cannon que su análisis fuese hecho a través de porciones separadas. Esta investigación contó con todas las deudas epistemológicas del mecanicismo, pues pretendía estudiar la actividad del aparato digestivo a través de la separación drástica de sus segmentos: se intentaba saber qué ocurre en cada tramo del sistema sin tomar en cuenta su relación con otras partes del mismo u otros sistemas. La idea era que, según el estudio avanzara, y una vez recopilados los hallazgos funcionales relativos a cada sección, sería posible comprender cómo operaba el aparato digestivo en conjunto. Por otro lado, la metodología que empleó fue también reduccionista, pues buscaba establecer datos referidos a los elementos aislados que intervenían en el proceso: llevó a cabo un riguroso registro del tiempo que tardaban en cruzar el esófago distintos tipos de alimento; apuntó aquellos sitios en los que vio que el alimento se retenía; estudió las veces en las que el bolo alimenticio volvía atrás; tomó muestras de las secreciones generadas por este órgano para analizarlas químicamente, e incluso,

a través de un riguroso escrutinio, registró las veces en que los movimientos peristálticos se detenían (Cannon y Moser 1898). Su libro *The Mechanical Factors of Digestion* (Cannon 1911) es un tratado mecanicista, aunque en él ya están presentes algunos enigmas que no era capaz de resolver apoyándose en esta perspectiva epistemológica.

Precisamente, debido a tales problemas, Cannon comprobó que en los procesos digestivos intervienen otros sistemas del cuerpo:

Las primeras observaciones sobre las actividades mecánicas del tracto alimenticio mostraron su notable sensibilidad a la excitación emocional. La detención de esta actividad en momentos de excitación llevó a estudios de otros cambios del cuerpo que están asociados a fuertes emociones y que son inducidos por impulsos enviados a través de los nervios del sistema simpático. (1965, p. 92)

Para poder investigar estos mecanismos tuvo que cambiar la orientación que presidía sus trabajos. En lugar de seguir fijándose en los estratos inferiores, tuvo que centrarse en estratos superiores (comenzó a ver la relación de los órganos digestivos con otros órganos, como las glándulas suprarrenales, y otros sistemas, como el sistema nervioso autónomo). Así dio sus primeros pasos hacia una fisiología holista. Su perspectiva epistemológica se encaminó hacia una fisiología holista, una vez que definió la teoría de la emergencia⁵ (Cannon 1929a) y que describió los procesos homeostáticos; momento en que entiende que el cuerpo es un todo complejo donde la interrelación de las partes no puede obviarse (Cannon 1932). Cualquier investigador de la obra de Cannon puede seguir estos pasos a partir de sus seis obras capitales.⁶ Sin embargo, ¿qué apoyos filosóficos se esconden en su

⁵ La teoría de la emergencia (Emergency Theory) es una de las aportaciones fundamentales de Cannon y en ella aparecen implicaciones teleológicas ligadas a su definición de la homeostasis. Es necesario especificar que “emergencia” aquí se usa con su significado común de “situación de peligro o desastre que tiene una acción inmediata” o urgente, y no en el sentido frecuente que se da al término en la filosofía de la biología y las ciencias de la vida: “[...] las leyes de la vida no pueden deducirse, según J.S. Mill, de las leyes de sus ingredientes, pero los hechos de la vida pueden deducirse de leyes relativamente simples de la vida. Tenemos, pues, por un lado, una reducibilidad (en algunos aspectos) y, por otro, una irreducibilidad (en otros aspectos) lo cual insinúa la posibilidad de emergencias [...]. Lo emergente según otros autores tiene que ver con que un nivel dentro de un sistema es emergente respecto a un nivel anterior y conlleva siempre una cualidad nueva” (Ferrater Mora 2001, pp. 991–992).

⁶ Además de las mencionadas hasta el momento faltaría citar su libro *Traumatic Shock* (Cannon 1923), donde explica los sistemas que se activan en el cuerpo cuando un paciente cae en choque hipovolémico antes de que comience un des-

labor como investigador? La teoría de la emergencia y los procesos homeostáticos podrían considerarse explicaciones teleológicas, pero ¿realmente Cannon asume de forma consciente que en los organismos vivos existe una organización de orden teleológico? ¿Es esta concepción teleológica la base de sus trabajos como fisiólogo? En pocas palabras: ¿su fisiología responde ontológica y epistemológicamente a una filosofía con claros compromisos teleológicos?

3. *Inquietudes epistemológicas sobre la investigación fisiológica*

¿Cómo puede definirse, desde una perspectiva teórica, a los fisiólogos holistas? En general, podría decirse que desde un plano ontológico el organismo es concebido como un cuerpo en equilibrio (aunque en constante variación para poder garantizar la estabilidad) que resiste los cambios externos del medio ambiente y de su interior a través de los procesos homeostáticos. Desde el punto de vista epistemológico, sólo es posible estudiar seres vivos de una forma holista, es decir, pensándolos a partir de las ideas de organización e integración (en el que cada parte está interrelacionada e, incluso, guarda relación con el medio que lo rodea). Es decir, no es posible comprender el funcionamiento del ser vivo sin apreciar la interrelación que existe entre todas las partes del sistema biológico. También es decisiva la perspectiva metodológica que, en pocas palabras, persigue evitar la especulación, conseguir información a partir de la experimentación directa, la cual debe hacerse a través de técnicas físico-químicas cuantificables. Pero a veces dichas técnicas encuentran limitaciones que deben sortearse. Por tanto, el aspecto simplemente mensurable no es el primario. Y, finalmente, se reclama la necesidad de la formulación de hipótesis, que deberán ser sometidas a la comprobación experimental, para dirigir la investigación en una dirección precisa.

En su autobiografía, Cannon hace una serie de consideraciones sobre la fisiología holista y sobre la naturaleza teleológica de los organismos. Gracias a ello podemos tener la garantía de que Cannon era consciente de las diferencias entre los distintos enfoques en fisiología:⁷

bordamiento de los mismos y sobrevenga la muerte; y *Autonomic Neuro-Effector Systems* (Cannon y Roseblueth 1937) donde comienza a estudiar el papel de los neurotransmisores.

⁷ Cannon cita en algunos momentos a Haldane. Es muy probable que muchas de sus reflexiones sobre la naturaleza epistemológica de la corriente mecanicista y holista hayan surgido de la lectura de cuando menos dos de los textos del fisiólogo inglés: Haldane 1913 y 1935. Sin embargo, aunque estos dos personajes coincidieron

En general, la investigación fisiológica se ha llevado a cabo en dos direcciones diferentes: una, buscando el análisis de las funciones, aislando órganos y tejidos para hallar la explicación física, química o físico-química de los procesos expuestos. La otra se dirige a la síntesis del funcionamiento de órganos y sistemas de órganos, atendiendo a su cooperación en el comportamiento del organismo como un todo. (Cannon 1965, p. 91)

Cannon comprende, al ser uno de los principales representantes de la fisiología holista, que esta segunda postura es la que mejor revela la verdadera naturaleza de los procesos fisiológicos. Al igual que Haldane o Henderson, sostiene que el conocimiento de los mecanismos del cuerpo sólo puede alcanzarse en su totalidad cuando se atiende la relación que guardan los distintos sistemas entre sí, mediante un estudio de la cooperación compleja que se da dentro del organismo. Sin embargo, no es excesivamente crítico hacia la postura mecanicista, probablemente porque él mismo proviene de esta tradición y porque sus primeras investigaciones fueron realizadas bajo esta perspectiva. Su posición revela, además, que Cannon asume la idea de progreso dentro del desarrollo de la ciencia:

Sin embargo, debe reconocerse que sabríamos muy poco del trabajo del corazón y de los peculiares rasgos del músculo cardíaco, por ejemplo, si el corazón no se hubiera investigado de forma aislada. Fue necesario, en primer lugar, el aprendizaje sobre los procesos de partes separadas del organismo, para que después pudieran ser entendidas las acciones integradas del cuerpo como un sistema unitario. (Cannon 1965, p. 91)

Aunque no llega a profundizar más en este asunto, puede presumirse que su postura sintoniza con la idea de un crecimiento del conocimiento científico que incluye la corrección del error. Además, existe evidencia de su familiaridad con la historia de la medicina (constantemente hace referencia a figuras como Aristóteles, Hipócrates, Pasteur, Fleming, Spallanzani, Semmelweis, Bernard y otros). En este sentido, Cannon concebía que los avances, en el caso de la fisiología, se han ido estableciendo por corrección de concepciones equivocadas, pero que son estas constantes correcciones las que ayudan a avanzar y enriquecer el conocimiento. “De hecho, vivimos en un mundo que no está determinado, ni es estático, ni finalmente inamovible. Presenta todo

durante la Primera Guerra Mundial, cuando Cannon fue reclutado para investigar el choque hipovolémico, sería necesario hacer una investigación más profunda para conseguir evidencia al respecto.

tipo de posibilidades de cambios, reajustes nuevos y sin precedentes. En consecuencia, la sabiduría aconseja mantener la mente abierta y receptiva, aceptando nuevos puntos de vista y los últimos avances” (Cannon 1965, p. 77). En el caso que nos ocupa, Cannon probablemente consideraba que la aportación mecanicista fue el paso previo para que la fisiología fuera considerada propiamente científica, pues la liberó de las corrientes especulativas del vitalismo. Una declaración que confirma esta idea se encuentra en la biografía de Bowditch que Cannon escribe como una memoria para la Academia Nacional de las Ciencias. En ella muestra su admiración por el Instituto de Leipzig (y su fundador, Ludwig) como el lugar donde comenzó a extenderse la llama de la institucionalización de la fisiología⁸ y la concepción reduccionista: “Era sin duda el centro de investigación biológica más estimulante e interesante del mundo en ese tiempo” (Cannon 1922, p. 185).

4. *La sabiduría del cuerpo*⁹

Según se ha explicado, a medida que sus estudios lo hicieron necesario, Cannon evolucionó desde la fisiología mecanicista hacia la holista. Sin embargo, habría sido difícil defender las teorías que formuló si en algún momento no hubiese nacido en él una inclinación hacia la concepción teleológica del organismo. Tanto en biología como en las ciencias del comportamiento humano se han seguido usando nociones de carácter teleológico, como son los conceptos de propósito, función, tendencia o propensión. El uso de tales ideas e incluso el de la propia noción de finalidad no significa que se excluyan las relaciones causales. En más de un sentido, Cannon incorporó esta idea de finalidad a sus investigaciones. Cuando detectó que los movimientos peristálticos cesaban en el momento en que el animal era sometido a estados de mucha excitación, como el miedo, el dolor o la furia,

⁸ Sobre el concepto de institucionalización de la fisiología, véase Ortega Lozano 2013.

⁹ El libro donde Walter B. Cannon introduce el concepto de homeostasis (ya lo había hecho en un artículo en 1929b) aparece bajo el título *The Wisdom of the Body (La sabiduría del cuerpo)* (1932). En el presente artículo no se tiene el objetivo de hacer una antropología filosófica de la idea que Cannon tiene sobre cuerpo, sin embargo, como se verá más adelante, se podría asegurar que Cannon ve en el cuerpo un organismo cuyos componentes están interrelacionados y esta interrelación genera cualidades emergentes, que serían distintas de no estar integradas como lo están. A su vez, esta integración tiene una esencia teleológica en la que se ahondará en las siguientes líneas. En cualquier caso, su idea del cuerpo podría dialogar, como se explicará en la última sección de este artículo, con el enactivismo.

intentó buscar una respuesta a este fenómeno, preguntándose por qué el cuerpo detiene esta función tan importante para el sustento de sí mismo. La respuesta no llegó rápidamente. Tuvo antes que descubrir la relación del sistema digestivo con las glándulas suprarrenales y el sistema nervioso para comenzar a construir una respuesta. Sus investigaciones lo llevaron a encontrar fenómenos parecidos, en los que la adrenalina ocasionaba un cambio en la actividad fisiológica: por ejemplo, la liberación de azúcar del hígado, una mayor rapidez en la coagulación de la sangre o la recuperación inmediata de un músculo exhausto. En lugar de conformarse buscando una causa particular a cada uno de estos hechos, decidió formular una teoría que los englobara a todos y que tuviera su origen en la satisfacción de un fin de mayor alcance: luchar o huir para sobrevivir. Ambas situaciones demandan del cuerpo gran cantidad de energía, y todos los mecanismos que se activan persiguen salvaguardar ese objetivo. La teoría de la emergencia se nutre de una interpretación teleológica del organismo introducida en estos términos:

Mi primera creencia está basada en la observación, casi universalmente confirmada por el conocimiento actual, de que lo que pasa en nuestros cuerpos está directamente enfocado a un fin útil [. . .] El punto de vista de que los ajustes orgánicos producen un bienestar en el cuerpo, y consecuentemente son útiles, implica que estas actividades están dirigidas [a un fin]; esto quiere decir que las partes operan teleológicamente para el bien del conjunto completo de partes que conforman el organismo. (Cannon 1965, p. 108)

Cannon sabía que una postura teleológica podía llegar a considerarse ajena al objetivismo científico, cuya característica principal es la fiel descripción de los hechos: “Se aleja del ‘cómo’ y entra en el ‘por qué’ y esto puede entrar en el campo de la especulación” (1965, p. 108). Para entender los recelos de Cannon¹⁰ es importante recordar que este fisiólogo estadounidense se formó con Bowditch, quien,

¹⁰ También es importante resaltar que, aunque Cannon fuera una persona religiosa, no dejó que esto influyera en su trabajo científico. Como defiende Timothy Lenoir (1982), la concepción teleológica de los científicos del siglo XIX no descansaba sobre sus creencias religiosas, aunque algunos de ellos las tuvieran. Es decir, ellos estaban preocupados por hacer una buena ciencia y no justificar sus creencias. Esto mismo se podría decir de Cannon quien sólo ve en la teleología, como se abordará más adelante, una estrategia para dirigir mejor los experimentos fisiológicos y entender mejor ciertos procesos interrelacionados. No obstante, rechaza abiertamente la idea de diseño divino e incluso ironiza parafraseando a E. von Bruecke: “La teleología es una mujer sin la que un biólogo no puede vivir. Sin embargo, le da miedo mostrarse con ella en público” (Cannon, 1965, p. 108). También consideraba que “no

a su vez, fue discípulo de Carl Ludwig (Ortega Lozano 2018), principal representante del reduccionismo fisiológico y un opositor de la *Naturephilosophie* y del vitalismo biológico. Siguiendo a Timothy Lenoir, el debate teleológico que está presente a lo largo del siglo XIX en Alemania se puede dividir en tres etapas. La primera consiste en un materialismo vital en la que los biólogos alemanes de la primera década del siglo XIX se basaron en gran medida en la noción de fuerzas vitales emergentes, algo que llamaron la “fuerza del desarrollo” (*Bildungstribe* o *Gestaltungskraft*), basada en la organización de fuerzas físico-químicas con representantes como Johann F. Blumenbach (1752–1840), Johann Christian Reil (1759–1813) y Karl Friedrich von Kielmeyer (1765–1844). En la segunda etapa, a finales de la década de 1840, los biólogos han dejado de interpretar un estado especial para las fuerzas vitales y, en cambio, dirigieron su atención a interpretar los términos de organización de las restricciones funcionales impuestas a las fuerzas naturales en un contexto fisiológico. A esta etapa, Lenoir le llama “morfología del desarrollo” en la que sobresalen figuras como Johann F. Meckel (1781–1833), Karl Ernst von Baer (1791–1876), Heinrich Rathke (1793–1860) y Johannes Müller (1801–1858). La tercera etapa está presidida por los teóricos celulares Theodor Schwann (1810–1882), Carl Vogt (1817–1895) y Rudolph Virchow (1821–1902), quienes pueden considerarse plenos representantes de telo-mecanicismo. Es decir, han expulsado a la fuerza vital, pero mantienen el concepto de teleología.

Este cambio de énfasis fue provocado por los avances en la química orgánica y fisiológica, así como por una mejor comprensión de las conversiones de energía. Sin embargo, el desarrollo progresivo estuvo guiado por un marco común de ideas que he caracterizado como telo-mecanicismo, la tradición de investigación que Kant ayudó a iniciar en la biología alemana” (Lenoir 1982, p. 12).¹¹

Sin embargo, en la segunda mitad del siglo XIX se lucha contra el concepto de teleología en el ámbito de la fisiología y nace la

importa que misterioso pueda parecer un fenómeno, siempre tendrá una explicación natural y cederá sus secretos a los esfuerzos persistentes, ingeniosos y cautelosos del investigador” (p. 116). Incluso defiende que la ciencia libera a la humanidad de “las cadenas de la superstición” (p. 119).

¹¹ Recientemente, el trabajo de Weber y Varela (2002) da cuenta de una noción teleológica biológica, revisitando a Kant, pero desarrollando una propuesta dinámica y orgánica muy similar a la interpretación que, como se verá, plantean los textos de Cannon.

escuela reduccionista alemana, con representantes como du Bois-Reymond, von Brücke, von Helmholtz, Pflüger y, entre los que sobresale, Ludwig.

Este fisiólogo influyó de manera notoria en la adopción de dicha perspectiva mecanicista en la fisiología en dos sentidos: primero, porque fue la cabeza de la escuela de los *materialistas alemanes*, quienes se enfrentaron radicalmente con las teorías vitalistas. Para ellos, los fenómenos que sucedían dentro de los organismos tenían su origen en la interacción material de los elementos más simples que los componían y éstos eran regidos por leyes físicas y químicas, al igual que en la materia inerte, de tal manera que el estudio por separado de las partes del organismo era la única forma fiable para adentrarse a los enigmas de los procesos fisiológicos. El segundo sentido, y probablemente el más importante, fue la creación de su instituto de Leipzig. Su laboratorio puede ejemplificar claramente el éxito del fenómeno de la institucionalización sobre las teorías vitalistas. [...] La metodología que se empleó en este recinto fue básicamente la cuantificación y echó mano de técnicas físicas y químicas. Este método es el que Ludwig enseña en Leipzig y así configura epistemológicamente la postura mecanicista heredándola a sus discípulos. (Ortega Lozano 2013, pp. 81–82)

Bowditch, a su vez, emplea y enseña a Cannon la metodología mecanicista que él aprende en el laboratorio de Leipzig. No es raro, por tanto, que Cannon tenga ciertos reparos hacia el concepto de teleología. Sin embargo, él no puede negar que muchas de las respuestas que aparecen dentro del organismo están ligadas e integradas en otras actividades que las preceden. Esta cadena de respuestas que llevan a una meta, en esencia, está relacionada con un propósito. Cannon expuso su postura con ejemplos sencillos: cuando una miga entra en la laringe, hay impulsos nerviosos que pasan al cerebro y que a su vez mandan impulsos reflejos al diafragma y los músculos torácicos para ocasionar tos y que la miga sea expelida. “Las secuencias sensoriales y neuromusculares de la acción refleja no tienen ningún sentido, si no se considera su objetivo; o sea, no es posible explicar hacia dónde se dirige esta compleja acción, a menos que se ponga atención al fin” (Cannon 1932, p. 37).

El concepto de homeostasis que él acuñó es un claro ejemplo de horizonte teleológico en su propuesta. Su descubrimiento implicó la búsqueda de la finalidad por la que estos mecanismos homeostáticos se activaban para, a través de esa indagación, comprender la coordinación funcional en la que cada parte del proceso desempeña un trabajo de cara a la consecución de un fin. Para poder explicarlo, acude al

papel fundamental que tiene el fluido matriz: “Fue el gran fisiólogo francés Claude Bernard el primero en sugerir que el importantísimo factor que consigue la estabilidad y mantiene los estados estables en el cuerpo es el medio interno, o lo que nosotros llamamos fluido matriz” (Cannon 1932, p. 37). Este fluido consiste en la sangre y la linfa, que son fundamentales porque a través de ellas se transmiten no sólo los suministros a las células (líquido, sales, nutrientes, oxígeno, etc.), sino que son las vías por las que viajan también aquellos compuestos que activan los mecanismos estabilizadores.

Cuando intentó explicar estos hechos desde una perspectiva teleológica, tuvo que acudir a la descripción de sus propias experiencias. Situaciones en las que la búsqueda de la finalidad de un proceso fue la clave para resolver los problemas con los que se encontraba; o sea, intentó indagar en la naturaleza de la actividad fisiológica a través de la pregunta: “¿Puede ayudar este concepto [la teleología] y ser fiable sugiriendo experimentos fisiológicos?” (Cannon 1932, p. 37). Para ejemplificarlo, volvió a los resultados de sus primeras investigaciones donde los movimientos digestivos se detenían cuando el animal sufría emociones fuertes. Cuando descubrió que la adrenalina era la responsable de este suceso y que también esta hormona causaba un incremento de azúcar en la sangre (esto es, libera el azúcar almacenada en el hígado), se preguntó por qué. Además, si la adrenalina tiene semejante efecto en estos cambios del organismo, ¿qué otros cambios originan? Así llegó a descubrir la función que posee en la coagulación de la sangre, en el restablecimiento de la vitalidad de un músculo agotado o en la redistribución de la sangre desde los vasos que irrigan los órganos abdominales hasta otros lugares como el corazón, los pulmones y el cerebro:

[el cese de movimientos peristálticos] era la interrupción de un proceso que no era esencial en una emergencia de vida o muerte y que usa ese suministro de sangre urgentemente necesario en otro lado. En esta perspectiva teleológica, la detención de las actividades digestivas es sólo una pequeña parte de la situación general; si se detienen es porque la sangre necesaria para irrigar el estómago e intestinos es, por un momento, imprescindible en otros órganos en los que realmente se vuelve esencial para que pueda continuar la vida. (Cannon 1965, p. 111)

La explicación teleológica otorga al cuerpo “la sabiduría” de considerar que la suspensión momentánea del funcionamiento de ciertos órganos no le va a afectar de forma significativa. Es decir, en ciertos casos el organismo dispone de todos los suministros para favorecer

aquel proceso de cuya efectividad, en una contingencia (normalmente una emergencia), dependerá la vida o muerte del individuo. El fin último de las actividades del cuerpo es garantizar su supervivencia y todos los procesos son necesarios para conseguir este fin. Dependiendo de las situaciones, unos son más importantes que otros. Por esta razón su funcionamiento variará según las circunstancias. La comprensión de tales procesos fisiológicos sólo puede conseguirse bajo una interpretación holista y teleológica:

Estos ajustes están tan arraigados en la constitución de los nervios de cada uno de nosotros, como lo están los reflejos simples. Pueden ser entendidos como “intencionales” en el mismo sentido que el estornudar, toser o vomitar. Todos son respuestas para proteger [al cuerpo] contra un posible daño. (Cannon 1965 p. 111)

Cuando el propósito se cumple, se manda información para que la actividad compensatoria cese; actividad que en otro caso seguiría más allá de su meta, lo que también podría repercutir negativamente en el sistema.¹²

A lo largo de *The Wisdom of the Body*, Cannon enumera muchos procesos homeostáticos que muestran este aspecto holista y teleológico. Incluso dedica el capítulo “IV. Defensas naturales del organismo” a mostrar distintas actividades que protegen al organismo de peligros externos (Cannon 1932, pp. 216–230). Por ejemplo, cuando una persona se encuentra en un lugar que cuenta con poco oxígeno en el aire, los glóbulos rojos, que transportan oxígeno por la sangre, suelen aumentar en número; así que, aunque cada glóbulo vaya menos cargado de oxígeno, al ser más numerosos, la carencia se ve compensada. Un proceso que no parte de “un punto fijo”, sino de un punto dinámico que depende del medio externo y cambiante que rodea al organismo. Esta idea que ya está en Cannon, pero que, como se verá al final de este artículo, ha dado pie a crear el término aleostasis (probablemente por un desconocimiento de la obra de Cannon) para enfocarse en procesos fisiológicos que no buscan restablecer un punto fijo (como pasa con la temperatura, el nivel de líquidos, el pH, etc.), sino mantener una estabilidad siempre dinámica.

Cannon consideraba que el diseño del cuerpo es tan sofisticado que, en cuanto se produce una pequeña alteración, se envían señales que activan mecanismos para que esta no tenga una repercusión negativa en el organismo. Semejante previsión del cuerpo para iniciar

¹² Esta idea será utilizada por la cibernética bajo el concepto de *feedback*.

una cadena de procesos con la finalidad de proteger o salvaguardar su estabilidad es otra muestra de su orden teleológico. Por esta razón, Cannon llamó a dicha serie de actividades *funciones correctoras*, es decir, procesos que corrigen una situación dañina. Algunas veces no son perceptibles porque las funciones correctoras se anticipan incluso a que dicha alteración sea notoria y que la situación pueda ocasionar perjuicios en el organismo. Pero es justo en esta anticipación, que pretende mantener la estabilidad antes de ser realmente necesario un restablecimiento, en la que Cannon encuentra el mayor grado perfección teleológica.

Una primera seguridad, de notable valor, ante las variaciones extensas en el estado del fluido-matriz, es la existencia de indicadores automáticos sensibles, o centinelas, cuya función es poner en acción los procesos correctores desde el momento inicial del trastorno. Si es el agua lo que falta, el mecanismo de la sed avisa antes de que haya ocurrido cambio alguno en la sangre, y la respuesta es beber. Si la presión sanguínea baja y peligra el aporte necesario de oxígeno, las delicadas terminaciones nerviosas de los senos carotídeos mandan sus mensajes a los centros vasomotores, y la presión asciende. Si la sangre vuelve al corazón en gran volumen debido a un vigoroso movimiento muscular, y pudiera por ello comprometer la función cardíaca y la circulación, también son afectadas delicadas terminaciones nerviosas cuyas señales alcanzan la aurícula derecha, apresurando el ritmo del corazón, lo que acelera el flujo de la sangre. (Cannon 1932, p. 288)

Cannon vio en estos ejemplos una actividad cuyo objetivo es proteger al organismo incluso antes de que éste se encuentre en verdadero peligro. Por eso quiso mostrar que dicha organización finalista del cuerpo funciona con tanta precisión que reacciona, aunque no exista propiamente una amenaza. Además, con dichos ejemplos mostró también que a través del conocimiento de esta organización teleológica se pueden entender tanto causas como consecuencias de los fenómenos fisiológicos. Por ejemplo, el hambre y la sed son sensaciones que resultan de la carencia de suministros importantes para la vida. Cuando se restablece el nivel adecuado de estas provisiones, dejan de estar presentes. Otra dimensión que Cannon observó en el organismo y que puede ejemplificar la eficacia de la finalidad orgánica es la morfología de ciertos órganos. Considera que la estructura y la función están inseparablemente relacionadas: “cuando una estructura es compleja, la función igualmente es compleja” (Cannon 1965, p. 113). El ejemplo que brinda es el de las células nerviosas en el córtex cerebral.

El sistema simpático adrenal es un sistema de este tipo. Una de sus funciones más interesantes es mantener la estabilidad del cuerpo, pero sobre todo impedir posibles trastornos. El sistema vela constantemente por evitar condiciones adversas, como pueden ser: la glucemia baja, la tensión sanguínea baja o alta o el aumento y descenso de la temperatura. Para Cannon, el análisis fisiológico de este sistema será más fructífero si se tiene en cuenta que su acción va encaminada a un propósito, de forma tan efectiva que su respuesta dependerá de la intensidad del trastorno:

[...] como sugerí en 1928, la aparición de estos aspectos dentro del complejo de las funciones simpático-adrenales es racional, si primero se considera el sistema como unitario en su conjunto; segundo, que es capaz de producir efectos en diferentes órganos; tercero, que entrando cada uno de sus efectos en diferentes combinaciones, su utilidad será diferente en correspondencia con las distintas condiciones de la necesidad. (Cannon 1932, p. 298)

5. *La concepción teleológica del organismo*

Cannon asumía toda esta perspectiva teleológica en dos sentidos: primero, en su aspecto ontológico, pues consideraba que el cuerpo está diseñado con el fin de mantener su supervivencia y que los procesos que suceden dentro de él apuntan también a este fin. Y segundo, pero quizá más importante, desde un enfoque epistemológico, pues Cannon creía que la mejor forma de conocer un fenómeno fisiológico es preguntándose por su utilidad. El conocimiento más completo del organismo vendrá dirigido por la búsqueda de la finalidad de sus partes y procesos. En otras palabras, pensar en el fin último de un proceso ayuda a arrojar luz sobre el mismo.

No puede negarse que el término *teleológico* conlleva connotaciones que proceden de la causa final tal como la estableció Aristóteles.¹³ Sin embargo, Cannon se alejó de esta postura, y aunque continuó

¹³ Aristóteles encuentra en la organización biológica la prueba más fehaciente de la finalidad de los fenómenos naturales. Los movimientos que se producen en la naturaleza siempre tienen lugar en razón de un fin. “El organicismo es la gran apuesta ontológica de la biología aristotélica. *Forma y sustancia* son, en realidad, las categorías en que por primera vez el organicismo halla un soporte firme, articulado y preciso dentro de la tradición biomédica griega” (González Recio 2004, pp. 59–60). La causa formal es la que dicta el camino que debe seguir en su desarrollo la materia. Ordena los elementos de la vida teleológicamente y los conduce a través de la complejidad orgánica que encontramos en los seres vivos. El organicismo propone que las partes del organismo se moldean y constituyen en una interacción dinámica

empleando un lenguaje finalista, en realidad no concebía una causa dinamizadora al estilo aristotélico en los procesos orgánicos: “No he contemplado la idea de que el proceso implique una previsión inteligente que trabaje hacia un fin predeterminado” (Cannon 1965, p. 112). Y, como se ha mencionado antes, aunque era una persona creyente, no dio cabida a asunciones teológicas en la idea de finalidad orgánica. Cannon fue un gran detractor de las explicaciones que encierran el uso de fuerzas o principios no verificables. Rechazó todo aquello que no tenía una explicación accesible a la observación, y por este motivo mostró ciertas reservas hacia la teleología metafísica. Para él, los fines en fisiología tenían que ver, ante todo, con aquellas actividades del organismo que aseguran su supervivencia, pues consideraba que esta capacidad *protectora* y adaptativa del organismo era un producto de la selección natural. Cannon considera que gracias a los procesos homeostáticos los organismos han evolucionado hasta convertirse en seres de mayor complejidad y más alta organización: “La prueba de que la homeostasis en los mamíferos es producto de un proceso evolutivo (porque sólo gradualmente en la evolución de los vertebrados se ha podido adquirir la estabilidad del fluido matriz) nos la da su paralelismo con el desarrollo de los individuos” (Cannon 1932, p. 301). Esto quiere decir que la historia de un individuo encierra la historia de la especie

Por otro lado, también observó que existen mecanismos cuya finalidad no parece ser favorable al cuerpo; como cuando, debido a una herida, el tejido traumatizado se inflama y esta hinchazón, además de dolor, puede llegar a causar fiebre, malestar general y, si se encuentra en un área donde la circulación se halla comprometida, puede causar necrosis del tejido circundante, lo que aumentaría la lesión. Por tanto, la visión teleológica (integral y absoluta) de los organismos

con todo el organismo y su entorno. Estos todos dinámicos deben concebirse como entidades teleológicas y autosuficientes, capaces de adaptarse y cambiar su forma y comportamiento de acuerdo con las circunstancias externas (Esposito 2017). En el contexto de Cannon existen dos figuras que postulan el organicismo desde diferentes perspectivas: Whitehead y Haldane. Para Garland Allen (1983), el organicismo de Whitehead es el eslabón que consigue enlazar y dar coherencia teórica al materialismo holista de la Universidad Harvard con la fisiología de Lawrence Joseph Henderson (1878–1942) y Walter B. Cannon. Lo cierto es que, aunque Henderson sí cita el trabajo de Whitehead en su libro sobre la fisiología de la sangre (Henderson 1928) y escribe una reseña sobre las charlas que impartió el filósofo inglés bajo el título *Science and the Modern World* (Henderson 1926), no existe constancia de esta influencia en la obra de Cannon. En cambio, se sabe que Cannon conoció el organicismo de Haldane: “[quien] escribió con bastante desdén sobre [el mecanicismo] como un mero estudio de los ‘fragmentos desechables’ del cuerpo, ignorando las maravillas de la organización del cuerpo” (Cannon 1965, p. 91).

se enfrenta a ciertos hechos que pueden ponerla en duda y Cannon era consciente de ello: “A pesar de las inconsistencias, en cualquier caso, estoy convencido de que el concepto de utilidad y propósito tiene un significado sugerente en la investigación biológica y puede ser fructífero” (1965, p. 113).

Con la evidencia que Cannon había recopilado hasta ese momento, las respuestas teleológicas tampoco podían ser asumidas sin reservas. Los procesos que no cuentan con un valor de supervivencia o aquellos mecanismos que parecen no trabajar a favor del organismo, le invitaron a concebir una postura finalista, en su dimensión ontológica, sólo de forma parcial. Consideraba que, por un lado, existen más hechos que muestran en el organismo una organización teleológica que aquellos otros que la descartan, pero al encontrar evidencias que juegan en contra de una teleología sin restricciones, prefirió ser cauteloso. No obstante, sí consideró útil que el concepto de fin guiara la investigación y las explicaciones fisiológicas, dotándolo así de eficacia epistemológica. Estudiar las funciones del cuerpo humano, preguntándonos por su finalidad, revelará mejor su naturaleza que cualquier otro tipo de aproximación. Esto quiere decir que sólo puede comprenderse un proceso fisiológico cuando es apreciado el trabajo en conjunto de las partes que interactúan en él y el fin al que va dirigido. Muestra de ello es su teoría de la emergencia, pues llegó a ella preguntándose la razón de que la adrenalina activara ciertos mecanismos del cuerpo. La idea de una preparación del organismo para luchar o huir, lo que produce una alteración de sus funciones normales, se sostiene desde un enfoque teleológico y holista. Lo mismo puede decirse de los procesos homeostáticos.

La concepción teleológica del organismo no fue culminada en la obra de Cannon. De hecho, su discípulo Arturo Rosenblueth, junto con el famoso matemático Norbert Wiener, fueron quienes abrieron las puertas a nuevas líneas de investigación, apoyándose en la naturaleza teleológica de algunos procesos definidos por Cannon, especialmente la homeostasis.

La estabilidad de los estados del cuerpo es ahora llamada homeostasis, una palabra presentada hace 70 años por el fisiólogo Walter B. Cannon. Poco después, el ingeniero matemático Norbert Wiener introdujo el concepto de retroalimentación, que se convirtió en una de las ideas fisiológicas centrales para explicar cómo funciona la homeostasis. (Cooper 2008, p. 420)

Rosenblueth y Wiener, en colaboración con quien sería uno de los pioneros en ingeniería informática, Julian Bigelow, escribieron uno de los primeros artículos sobre cibernética, titulado *Behavior, Purpose and Teleology*, que sentó las bases con las que más adelante Wiener construyó toda su fundamentación de la disciplina. En él intentaron definir el comportamiento direccional de los sistemas (ya fuesen seres vivos o máquinas), darle una clasificación y profundizar en la relación que la conducta guarda con el concepto de propósito. Cuando se habla de *propósito*, según estos autores, parece entenderse que existe “actividad voluntaria”. Sin embargo, este concepto en realidad se refiere a un problema fisiológico.

Cuando realizamos una acción voluntaria lo que seleccionamos voluntariamente es un propósito específico no un movimiento específico. O sea, si decidimos tomar un vaso con agua y llevarlo a nuestra boca, no mandamos la orden a ciertos músculos para que se contraigan en cierto grado y en una determinada secuencia; tan sólo fijamos el propósito y la reacción surge de forma automática. (Rosenblueth, Wiener y Bigelow 1943, p. 19)

Como puede apreciarse, la influencia de Cannon está latente en el enfoque de los tres autores. Para él, el automatismo de los procesos fisiológicos es la clave principal de su sofisticada y sorprendente funcionalidad. En ella se expresa su carácter teleológico. No en los términos de una causa final en sentido esencialista, pero sí como cadena de procesos con estados terminales aparentemente definidos y específicos que mantienen la estabilidad del organismo —es el caso de los procesos homeostáticos— o que lo preparan ante una contingencia —como en el caso de su teoría de la emergencia—. Ésta es la versión que Cannon ofrece de la teleología.

Gracias a estos aspectos teleológicos que hay detrás del concepto de homeostasis se fundamenta la teoría de control de la ingeniería de sistemas para explicar la autorregulación en los sistemas. La “constancia” de las condiciones fisicoquímicas internas se mantiene en gran medida por la interacción a menudo compleja de múltiples sistemas de retroalimentación (*negative and positive feedback*). La interacción de estos mecanismos reguladores que pueden apreciarse en el mundo biológico no sólo aumenta la estabilidad del sistema, sino que proporciona redundancia (*back-up*) de modo que la falla de un componente no necesariamente conduce a una catástrofe (Bilman 2020). La definición de los procesos homeostáticos que hizo Cannon fue el comienzo de las líneas de investigación que llevaron, en efecto,

a la cibernética, la teoría de sistemas y otros marcos teóricos donde la información y el control son fundamentales:

Una diferencia definitoria de la fisiología de la última parte del siglo XIX frente a la ciencia de la última parte del siglo XX (incluyendo especialmente la neurociencia), es la transición desde la consideración somera de un control biológico al entendimiento de la transmisión de información a través de los sistemas de control. (Cooper 2008, p. 425)

Más tarde, no fue propiamente Cannon, sino, como se ha mencionado, su discípulo Rosenblueth quien siguió contribuyendo a la cibernética:

[... el Dr. Rosenblueth y yo] encontramos muchos obstáculos por la falta de unidad de la literatura concerniente a estos problemas y por la ausencia de terminología común [...]. Después de muchas consideraciones [...] nos hemos visto forzados a acuñar al menos una terminología artificial neogriega para llenar el vacío. Hemos decidido llamar a toda la materia referente al control y teoría de la comunicación, ya sea en la máquina o en el animal, con el nombre *Cibernética*. (Wiener 1971, p. 11)

Por otro lado, también surgieron estudios que complementarían esta diferenciación entre la nueva teleología y la idea de causa final en sentido clásico. Ya se ha subrayado que en las ciencias de la vida existe un lenguaje finalista del que difícilmente se pueden alejar las explicaciones. Por esta razón, durante el siglo XX se han mantenido los esfuerzos por dar una solución al problema de la finalidad, del que parece difícil desprenderse cuando se habla de sistemas biológicos. Se han generado nuevas propuestas, a las que probablemente Cannon se hubiese adherido, como es la sustitución del concepto de teleología por el nuevo término *teleonomía*.¹⁴

¹⁴ El término *teleonomía* fue usado por primera vez por el botánico Colin Stephenson Pittendrigh (1918–1996): “Hoy en día, el concepto de adaptación está comenzando a gozar de un mayor respeto por varias razones [...]. Parece desafortunado que se rescite el término ‘teleología’ y, como creo que pasa, se abuse de él. La larga confusión de los biólogos se eliminaría mejor si todos los sistemas dirigidos a un fin se describieran con algún otro término, como ‘teleonómico’, para enfatizar que el reconocimiento y la descripción de la direccionalidad final no conlleva un compromiso con la teleología aristotélica del principio de causa eficiente” (Pittendrigh 1958, p. 394). Unas tres décadas después, Ernst Mayr (1974) también lo comentará en un artículo que aborda el dilema que existe entre el concepto teleología y teleonomía. Mayr (1904–2005) intenta ahondar en el concepto, dada la abundancia

El finalismo de las cuestiones biológicas no puede negarse, y de ese modo su explicación como resultado de la selección ofrece una solución a un enigma que se arrastraba desde Aristóteles. Para evitar confusiones entre la antigua y la nueva, los biólogos prefieren abandonar el antiguo término de *teleología*, que todavía tiene un sabor escolástico aristotélico, y sustituirlo por el de *teleonomía*. (Montalenti 1983, p. 33)

A su vez, la concepción del cuerpo que surge de la descripción de los procesos homeostáticos que hace Walter B. Cannon proporciona algunos elementos (interrelación de los elementos, metabolismo, el cuerpo como proceso y no como máquina, etc.) que sirven como punto de partida, aunque ampliados, al concepto propuesto por Francisco Varela de enactivismo (Di Paolo 2021). El enfoque enactivo entiende a la cognición como una forma de regular la relación entre el agente y su mundo a través del cuerpo. De esta forma, lo mental, para el enactivismo, surge del cuerpo en tres niveles íntimamente relacionados: 1) la auto-regulación del sistema orgánico, 2) su acople sensoriomotore con el entorno, y 3) sus interacciones en el plano intersubjetivo (Di Paolo 2018). El primero de estos puntos guarda relación evidente con los procesos homeostáticos donde los elementos de un sistema están interrelacionados como un todo, así como “El enactivismo insiste en considerar al cuerpo vivo como la totalidad a la que refieren todos los fenómenos cognitivos y rechaza considerar de forma exclusiva al cerebro como lugar principal de la cognición” (Di Paolo 2018, p. 12). Varela y sus colaboradores se proponen salvar el abismo entre el estudio de la mente desde su perspectiva científica y lo que es la experiencia personal de la mente, para ello emplean una aproximación multidisciplinar que incluye las ciencias cognitivas, la fenomenología e incluso conceptos del budismo (Varela *et al.* 2017).

En este sentido, la emergencia de nuevas características en la interrelación de los procesos, hace difícil pensar, aunque Cannon no se da cuenta, en su opinión, de los procesos teleonómicos en biología. Proceso o conducta teleonómico sería aquél que vincula su finalidad predirigida a la operatividad de un programa (Claramonte Sanz, 2021). No obstante, el término fue popularizado por el biólogo francés Jaques Monod (1910–1976): “Todo artefacto es un producto de la actividad de un ser vivo que expresa así, y de forma particularmente evidente, una de las propiedades fundamentales que caracterizan sin excepción a todos los seres vivos: la de ser objetos dotados de un proyecto en sus *performances* [...] En vez de rechazar esta noción (como ciertos biólogos han intentado hacer), es por el contrario indispensable reconocerla como esencial para la definición misma de los seres vivos. Diremos que éstos se distinguen de todas las demás estructuras de todos los sistemas presentes en el universo por esta propiedad que llamaremos *teleonomía*” (Monod 1970, p. 20).

pronuncie sobre ello, que él concibiera un reduccionismo biológico en su fisiología; aspecto que, además, guarda relación con el segundo punto anteriormente mencionado. Cannon entiende el cuerpo como un organismo abierto al entorno que influye en los procesos fisiológicos. No sólo piensa en factores físicos como la temperatura, sino en todo aquello que pueda generar emociones en el organismo y de ahí que acuñe la teoría de la emergencia. Sostuvo que las emociones de furia o miedo parecen estar presentes para que el organismo canalice una reacción de lucha o huida. Una delicada madre que ve en peligro a su hijo es capaz de defenderlo a toda costa porque el sentimiento de enfado aflora. También los efectos físicos de estos sentimientos, como son el enrojecimiento del rostro u otras expresiones faciales, parecen tener una relación innata que forma parte de la evolución de la especie. Por tanto, la expresión externa de los sentimientos, la posibilidad de que ellos sean el anuncio de una posible lucha o huida y la relación que guardan con la serie de procesos que acontecen en el interior del organismo, llevan a Cannon a proponer su propia y más profunda teoría de las emociones.

Estos cambios —el pulso acelerado, la respiración profunda, el aumento del contenido de azúcar en la sangre, la secreción de las glándulas suprarrenales— eran muy disímiles y parecían totalmente separados. Una noche de insomnio, después de haber estudiado una colección de tales cambios, cruzó por mi mente la idea de que armonizaban perfectamente si se los consideraba como una preparación del cuerpo para un esfuerzo supremo, en la lucha o en la fuga. (Cannon 1965, pp. 59–60)

Finalmente, las interacciones en el plano intersubjetivo nos remontanían a los trabajos inacabados de Cannon sobre muerte vudú. En su estudio se propuso describir un síndrome, el *shock por excitación emocional*, para el que sugirió como nombre el mencionado título de este pequeño ensayo. Dentro de él se plantea la muerte de “seres primitivos”, cuya convicción de haber sido presa de una maldición vudú o de un hechizo les hacía creer tan persuasivamente que iban a morir, que en verdad terminaban muriendo (Abate 2007).

Por último, es importante hacer mención del concepto de aleostasis introducido por Peter Sterling y Joseph Eyer en 1988. Para sus creadores el concepto de homeostasis es insuficiente para describir algunos de los procesos fisiológicos que suceden en el cuerpo. Para ellos, la homeostasis tiene como principal objetivo preservar

las condiciones relativamente constantes en el entorno corporal interno, lo que se ha interpretado médicamente en el sentido de que el propósito de la regulación fisiológica es preservar los parámetros internos en un “punto fijo” o estado estable (James 2020; Goldstein y McEwen 2002). Para estos autores, la aleostasis permite ampliar la mirada a procesos que no buscan mantener un punto fijo (como la temperatura, por ejemplo), sino abordar los procesos que están en constante dinamismo, pues fluctúan debido a los cambios exteriores al cuerpo:

La idea es que los niveles de estos parámetros fluctúen para adaptar al individuo a circunstancias siempre cambiantes, de modo que exista una conexión entre las condiciones externas y la capacidad del cuerpo para satisfacer las demandas impuestas por ellas, todo lo cual está regulado por el cerebro. Estos sistemas fisiológicos medibles anticipan la demanda y tienen una multitud de estados estables que ocurren como respuesta a las tensiones ambientales en constante cambio, ya sea real o percibido. (James 2020, p. 53)

Bajo esta concepción, la carga aleostática (la consecuencia de una continua alostasis) en la vida de un ser adulto se debe a procesos evolutivos y de desarrollo y, por ello, variarán entre poblaciones dependiendo de factores hereditarios, ambientales y culturales (James 2020).

Sin embargo, cuando se hace un análisis más pormenorizado de la obra de Cannon, se puede descubrir que no todos los procesos fisiológicos con los que este autor ejemplifica la homeostasis se refieren a estados estables o de punto fijo. El ejemplo citado con anterioridad sobre la modificación en la carga de glóbulos rojos para compensar la falta de oxígeno en regiones de mayor altitud geográfica es uno de ellos. Pero quizá su mayor ejemplo es la descripción que hace de los procesos que suceden en el organismo cuando sobreviene el choque hipovolémico (*traumatic shock*) en heridos de guerra (Cannon 1923). Soldados que recibían un daño físico por mutilación. En tales estados, el cuerpo no puede detener el desbordamiento de sus sistemas y, por tanto, sobreviene la muerte. Cannon se dio cuenta de que, antes de llegar a ese momento previo a la muerte, el organismo intenta, a través de una serie de mecanismos, salvaguardar la vida del individuo: una redistribución del flujo sanguíneo para mantener bien irrigados los órganos más importantes —y por ende bien oxigenados— o una contracción de las arterias para intentar mantener la presión sanguínea, entre otros. El análisis de esta cadena de mecanismos le ayudó

a observar que cuando un eslabón llega a su máxima capacidad de acción y es desbordado, influye a su vez en el desbordamiento de un siguiente eslabón, hasta que el sistema completo entra en *shock* y el individuo muere. Aunque Cannon habla de estados estables, como puede verse en estos ejemplos, y en otros, en realidad él sabe que son dinámicos y que atienden las demandas del exterior.

Por eso, al contrario de lo que piensa Gaytan Ramírez (2021, p. 151).¹⁵ Cannon emplea la raíz “homeo”, que viene del griego *ὁμοιος* (*homoios*), y que quiere decir similar; y no *ὄμο*, (*homo*), que significa igual. Es decir, que un atributo fundamental de estos procesos es que no son estáticos, sino dinámicos, relativos o cambiantes. Por ese motivo, Cannon consideraría que se trata de procesos que sólo pueden entenderse como fisiológicos, y no como meramente físico-químicos. Por esta razón, esclarecer una verdadera diferencia entre homeostasis y aleostasis a partir de un análisis pormenorizado de la obra de Cannon es una línea de investigación que sería conveniente realizar en futuros trabajos.

6. Conclusión

Cannon rescató la mirada teleológica como una herramienta útil para dar contestación a los fenómenos fisiológicos, pero quería alejarse de las ideas que no estuvieran avaladas por el método científico/experimental que él practicaba. Su concepción de la teleología no es equiparable a la causa final aristotélica o a ideas teológicas sobre un diseño divino. Tiene que ver con las propiedades que aparecían en la naturaleza del organismo, que cuenta con una serie de mecanismos cuyo objetivo (para no usar la palabra finalidad) es mantener la estabilidad y el bienestar general del cuerpo (y en última instancia la vida). También es cierto que Cannon atendió especialmente los aspectos epistemológicos, pues indagar la naturaleza de estos mecanismos bajo una perspectiva teleológica ayuda a encontrar mejores vías de explicación, sustituyendo la pregunta referida al cómo por la centrada en el porqué, que, según hemos comprobado anteriormente, es la propuesta de Cannon para desentrañar el verdadero funcionamiento de la actividad fisiológica. Mediante su noción de *homeostasis*, logra definir de forma integral los procesos fisiológicos, revelando su naturaleza teleológica (en el nuevo sentido); pero, además, los describe de forma sistemática, penetrando en sus raíces físico-químicas y

¹⁵ Un ejemplo patente del desconocimiento profundo de la obra de Walter B. Cannon, pues Cannon explica muy bien el empleo de las raíces griegas para acuñar su neologismo.

en sus redes de control (entre ellos, menciona la amortiguación de la sangre, los índices de compensación de la respiración y muchos otros) a través de ejemplos concretos.

De este modo, dejó de centrar su atención en la estabilidad del medio interno, que está caracterizado por una relativa constancia (siempre considerando que el estado *normal* no es un estado *estático*), para detallar aquellos factores que controlan o intervienen en el mantenimiento de las condiciones de estabilidad del organismo. Dicho de otra manera, una vez concebida la idea general (la homeostasis), se dedicó a estudiar funciones concretas con el fin de justificar su teoría y revelar el carácter teleológico y holista de la misma. Consiguíó, así, que la fisiología futura pudiera prolongar sus líneas de investigación y convertirse en el precursor de disciplinas como la cibernética, y que de su fisiología se nutran nuevas concepciones como la teleonomía o la aleostasis.

BIBLIOGRAFÍA

- Abate, H., 2007, “Walter B. Cannon y la ‘muerte vudú’: una exploración en las fronteras de la biomedicina”, tesis de doctorado presentada en la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires (UBA).
- Allen, G.E., 1983, *La ciencia en la vida en el siglo XX*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Billman, G.E., 2020, “Homeostasis: The Underappreciated and Far Too Often Ignored Central Organizing Principle Of Physiology”, *Frontiers in Physiology*, volume 11, article 200.
- Cannon, W.B., 1965, *The Way of an Investigator*, Hafner Publishing Company, Nueva York.
- Cannon, W.B., 1932, *The Wisdom of the Body*, The North Library, Nueva York.
- Cannon, W.B., 1929a, *Bodily Changes in Pain, Hunger, Fear and Rage*, Charles T. Brandford Company, Boston.
- Cannon, W.B., 1929b, “Organization for Physiological Homeostasis”, *Physiological Review*, vol. 9, no. 3, pp. 399–431.
- Cannon, W.B., 1923, *Traumatic Shock*, D. Appleton and Company, Nueva York y Londres.
- Cannon, W.B., 1922, “Henry Pickering Bowditch”, *Academy of the Annual Meeting, National Academy of Sciences*, vol.+XVII, pp. 181–196.
- Cannon, W.B., 1911, *The Mechanical Factors of Digestion*, Edward Arnold, Nueva York y Londres.
- Cannon, W.B., 1898, “The Movements of the Stomach Studied by Means of the Röntgen Rays”, *American Journal of Physiology*, 1 (May), pp. 359–382.

- Cannon, W.B y A. Moser, 1898, “The Movements of the Food in the Esophagus”, *American Journal of Physiology*, 1(Jul), pp. 435–444.
- Cannon, W.B. y A. Rosenblueth, 1937, *Autonomic Neuro-Effector Systems*, Macmillan, Nueva York.
- Claramonte Sanz, V., 2021, “Contribución al debate sobre la categoría ‘teleología’ y otras afines en el contexto de la filosofía de la biología”, *Ludus Vitalis*, vol. 29, no. 55, pp. 1–12.
- Cooper, S., 2008, “From Claude Bernard to Walter Cannon. Emergence of the Concept of Homeostasis”, *Appetite*, vol. 51, no. 3, pp. 419–427.
- Di Paolo, E.A., 2021, “Enactive Becoming”, *Phenomenology and Cognitive Sciences*, vol. 20, pp. 783–809.
- Di Paolo, E.A., 2018, “Enactivismo”, en C.E. Vanney, I. Silva, y J.F. Franck (eds.), *Diccionario Interdisciplinar Austral*.
- Esposito, M., 2017, “The Organismal Synthesis: Holistic Science and Developmental Evolution in the English-Speaking World, 1915–1954”, *The Darwinian Tradition in Context*, Springer, Cham, pp. 219–241.
- Ferrater Mora, J. (ed.), 2001, *Diccionario de Filosofía*, Alianza Editorial, Madrid.
- Gaytán Ramírez, E., 2021, “La respuesta alostática al ambiente. El medio social como factor regulador de la fisiología y la salud humana”, *Revista Chilena de Antropología*, no. 43, pp. 147–166.
- González Recio, J.L., 2004, *Teorías de la vida*, Editorial Síntesis, Madrid.
- Goldstein, D.S., y B. McEwen, 2002, “Allostasis, Homeostats, and the Nature of Stress”, *Stress*, vol. 5, no. 1, pp. 55–58.
- Haldane, J.S., 1935, *The Philosophy of a Biologist*, Oxford University Press, Oxford.
- Haldane, J.S., 1913, *Mechanism, Life and Personality: An Examination of the Mechanistic Theory of Life and Mind*, John Murray, Londres.
- Henderson, L.J., 1928, *Blood: A Study in General Physiology*, Yale University Press, New Haven.
- Henderson, L.J., 1926, “A Philosophical Interpretation of Nature”, *The Quarterly Review of Biology*, vol. 1, no. 2, pp. 289–294.
- Hull, D., 1974, *Philosophy of Biological Science*, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, Nueva Jersey.
- James, G.D., 2020, “Allostasis and Adaptation: Biocultural Processes Integrating Lifestyle, Life History, and Blood Pressure Variation”, *American Anthropologist*, vol. 122, no. 1, pp. 51–64.
- Lenoir, T., 1982, *The Strategy of Life: Teleology and Mechanics in Nineteenth Century German Biology*, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht/Boston/Londres.
- Ludwig, C., 1858, *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*, Leipzig und Heidelberg, Ester Band, Zweite neu bearbeitete Auflage, C.F. Winter Verlagsbuchhandlung.
- Mayr, E., 1974, “Teleological and Teleonomic: A New Analysis”, *Boston Studies in the Philosophy of Science*, vol. 14, no. 1, pp. 91–117.

- Monod, J., 1970, *El azar y la necesidad: ensayo sobre la filosofía natural de la biología moderna*, Tusquets Editores, Barcelona.
- Montalenti, G., 1983, “Desde Aristóteles hasta Demócrito”, en F.J. Ayala, y T. Dobzhansky (eds.), *Estudios sobre la Filosofía de la Biología*, Ariel, Barcelona.
- Ortega Lozano, R., 2019, “El entorno científico y filosófico de Walter Cannon”, *Llull, Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, vol. 42, no. 86, pp. 261–288.
- Ortega Lozano, R., 2018, “Carl Ludwig and Henry Pickering Bowditch: The Legacy that Led to W.B. Cannon”, *Ludus vitalis*, vol. 26, no. 49, pp. 19–42.
- Ortega Lozano, R., 2013, “Carl Ludwig y el fenómeno de la institucionalización como triunfo del mecanicismo fisiológico”, *Ludus Vitalis*, vol. 21, no. 39, pp. 67–85.
- Pittendrigh, C.S., 1958, “Adaptation, Natural Selection and Behavior”, en A. Roe, y G.G. Simpson (eds.), *Behavior and Evolution*, Yale University Press, pp. 390–416.
- Rosenblueth, A., N. Wiener, y J. Bigelow, 1943, “Behavior, Purpose and Teleology”, *Philosophy of Science*, vol. 10, no. 1, pp. 18–24.
- Varela, F.J., E. Thompson, y E. Rosch, 2017, *The Embodied Mind, Revised Edition: Cognitive Science And Human Experience*, MIT Press, Mass.
- Whitehead, A.N., 1953, *Science and the Modern World, Lowell Lectures, 1925*, The Free Press, Nueva York.
- Weber, A., y F.J. Varela, 2002, “Life after Kant: Natural Purposes and the Autopoietic Foundations of Biological Individuality”, *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, vol. 1, no. 2, pp. 97–125.
- Wiener, N., 1971, *Cibernética, o el control y la comunicación en el animal y la máquina*, Guadiana de Publicaciones, Madrid.

Recibido el 8 de marzo de 2022; aceptado el 30 de octubre de 2022.