

Triple argumentación en defensa de la circulación de la sangre

Joaquín Barutta*

RESUMEN

La teoría de la circulación de la sangre llamó la atención de los historiadores y filósofos de la ciencia durante muchos años. Uno de los objetivos fundamentales de estos trabajos fue estudiar el proceso mediante el cual William Harvey descubrió su teoría, así como el método que empleó para probarla. En general, estos estudios suelen enfatizar la importancia de los experimentos que este investigador realizó en el contexto de la denominada “revolución científica del siglo XVII”. En este artículo, queremos mostrar que existe una triple argumentación (al menos) en su defensa de la circulación sanguínea, que incluye no solo sus observaciones y experimentos sino también los argumentos por analogía y los argumentos teleológicos.

PALABRAS CLAVE

Historia de la Medicina; Metodología; Sistema Cardiovascular; Circulación Sanguínea

SUMMARY

Triple argumentation in defense of the circulation of blood

The theory of the circulation of blood has captured the attention of historians and philosophers of science for many years. One of the main goals of these works was to study the process by which William Harvey discovered his theory, and the method that he applied to prove it. These studies usually emphasize the importance of the experiments he carried out in the context of the so called “scientific revolution of the 17th century”. In this article, we want to show that there exists a triple argumentation (at least) in his defense of the circulation of the blood, which includes not only his observations and experiments but also arguments by analogy and teleological arguments.

KEY WORDS

Blood Circulation; Cardiovascular System; History of medicine; Methodology

* Médico, Instituto Universitario del Hospital Italiano de Buenos Aires, Laboratorio de Epistemología e Historia de la Medicina (LEPHIM), Doctorado en Epistemología e Historia de la Ciencia.

Correspondencia: Joaquín Barutta; joaquinbarutta@gmail.com

Recibido: junio 04 de 2011

Aceptado: agosto 03 2011

INTRODUCCIÓN

La teoría de la circulación de la sangre es habitualmente considerada un ejemplo de teoría biológica. Lewis presenta la teoría de Harvey como un sistema hipotético deductivo que se compone de una serie de postulados –a saber, la circulación de la sangre y la secuencia de órganos que la sangre atraviesa durante su recorrido– a partir de los cuales se deducen las predicciones que permitirán contrastarla (1). Asimismo, Lawson hace una presentación similar a la de Lewis e inspirado en él (2).

Por su parte, Allchin critica tanto a Lewis como a Lawson por hacer aserciones demasiado fuertes sobre la función de la deducción, tales como que las comunicaciones arteriovenosas se deducen de la teoría de la circulación de la sangre (3,4). De acuerdo con él, no es posible concebir la circulación de la sangre sin asumir, simultáneamente, la existencia de comunicaciones arteriovenosas de cierto tipo. Asimismo, tomando como ejemplo el descubrimiento de los capilares por Marcello Malpighi, Allchin enfatiza la importancia del desarrollo tecnológico, del uso de las analogías y del azar (3). En referencia al *De motu cordis*, Allchin también nos recuerda que, como prueba de la existencia de las “porosidades de la carne”, Harvey ofrece la analogía del agua que filtra la tierra y que brota de ella (4).

Lawson responde a las críticas de Allchin acusándolo de sostener que el descubrimiento científico se produce por medio de una “investigación ciega e inducción limitada” (5). Por último, de Michellis enfatiza la importancia del método inductivo baconiano así como del método deductivo utilizado por René Descartes y Galileo Galilei (6).

El objetivo de este artículo es analizar algunos de los párrafos más salientes del *De motu cordis*, y mostrar que Harvey ofrece tres tipos de argumentos (al menos) para defender la circulación de la sangre así como para mostrar las debilidades de las teorías rivales.

LOS ARGUMENTOS POR ANALOGÍA, LOS ARGUMENTOS TELEOLÓGICOS Y LOS ARGUMENTOS BASADOS EN OBSERVACIONES O EXPERIMENTOS

Al inicio de su libro, Harvey expone algunas de las nociones sobre el movimiento de la sangre presentes

en las obras de Fabricius de Acquapendente, Erasístrato, Galeno y Realdo Colombo, y manifiesta sus dudas sobre la base de observaciones y experimentos muy simples, argumentos por analogía y argumentos teleológicos. De esta manera, Harvey les muestra a sus lectores que existe (al menos) un problema que necesita una solución. Parte de su estrategia consiste también en desacreditar las opiniones que él intentará refutar, mediante preguntas retóricas que pongan de manifiesto sus inconsistencias (7). Además, en toda su obra él argumentará conforme con el principio según el cual existe una relación unívoca y distintiva entre la estructura y la función. Es decir, si las estructuras son idénticas entonces la función será también la misma, mientras que en caso de que las estructuras sean diferentes las funciones no serán iguales. Este principio, como veremos, se pone de manifiesto a través de sus argumentos por analogía y teleológicos.

Los argumentos por analogía

Harvey emplea los argumentos por analogía en el *Proemio* para mostrar la falta de adecuación de la teoría de Galeno. Recordemos, además, que Harvey afirma explícitamente la necesidad de conocer el movimiento de la sangre en muy variados animales con el propósito de conocer cómo se mueve la sangre en el humano. Ello hace de la analogía un elemento indispensable en la totalidad de su obra. Podemos extraer algunos ejemplos de esta clase de argumentos:

1. Con respecto a las funciones de ambos ventrículos, Harvey no ve motivos para creer –como hace Galeno– que ellas difieran del uno al otro. “¿Por qué, pregunto, sus usos habrían de imaginarse distintos cuando sus acciones, sus movimientos y sus pulsos son iguales?” (8);
2. Más específicamente, Harvey no comprende por qué, si la organización de ambos ventrículos es casi idéntica, decimos que la función del ventrículo derecho está destinada a la sangre, y la del izquierdo, al ingreso y egreso de los espíritus;
3. Además, si el tamaño de la arteria pulmonar es igual al de la arteria aorta, “¿por qué sostener que el propósito de la primera es privado –únicamente nutrir el pulmón– y el de la segunda es público –llevar el pneuma a todo el organismo–?” (8);
4. Harvey, finalmente, pregunta también por qué, si el destino de la vena pulmonar es la transmisión del aire, posee la estructura de una vena, en lugar de la estructura de un bronquio.

Como mencionamos más arriba, parece estar claro que sus argumentos por analogía exigen aceptar que existe una relación unívoca y distintiva entre la estructura y la función.

En el capítulo VII (*Que la sangre pasa a través de la sustancia de los pulmones*), Harvey comienza la sección argumentando, nuevamente por medio de algunas analogías, en favor del tránsito pulmonar:

“Que ello es posible, y que no hay nada que evita que sea así, parece cuando reflexionamos sobre el modo en que el agua, al impregnar la tierra, produce brotes y arroyos, o cuando especulamos sobre el modo en que el sudor pasa a través de la piel, o la orina a través de la sustancia de los riñones” (8).

Este argumento es, además, un requisito fundamental pues una vez que él ha aceptado el movimiento de la sangre a través de los pulmones –a partir de las experiencias de sus predecesores pero utilizando también argumentos propios– se encuentra en condiciones de dar el paso definitivo en sus investigaciones.

Finalmente, cuando en el capítulo XI (*La segunda propuesta está demostrada*) Harvey afirma que es necesario que la sangre circule, él se pregunta a sí mismo cómo es posible –teniendo en cuenta que todo lo que el hombre puede ver es que las arterias y las venas periféricas se ramifican sucesivamente hasta que ya no se puede ver más nada– que la sangre arterial ingrese en las venas. Para responder a esta pregunta utiliza otra analogía que tomó de las experiencias de Colombo. En sus palabras: “la sangre pasa directamente por anastomosis de las arterias a las venas, o mediatamente a través de las porosidades de la carne, o de ambas maneras, como ya fue dicho al hablar del pasaje de la sangre a través de los pulmones [...]” (8). Es decir, en la periferia ocurre algo similar, o igual, a lo que sucede en el pulmón.

Los argumentos teleológicos

En el *Proemio* hay también abundantes argumentos teleológicos. La herencia aristotélica de Harvey es muy clara y es, quizás, una de las diferencias más interesantes que mantiene con su contemporáneo, Francis Bacon. Un breve análisis sobre este asunto ayudará a comprender la importancia de los

argumentos teleológicos en las investigaciones de Harvey.

En el *Novum Organum*, publicado ocho años antes del *De motu cordis*, Bacon rechaza la doctrina aristotélica de las cuatro causas tal como son concebidas entre los aristotélicos (9). Afirma Bacon: “Pero de éstas [las causas aristotélicas] la causa final dista de servir a las ciencias, que más bien las corrompe excepto las que tienen que ver con las acciones humanas. El descubrimiento de la forma es considerado como imposible. Las causas eficiente y material, tal como se las investiga y admite, no son sino ligeras y superficiales, y contribuyen poco, si contribuyen algo, a la ciencia verdadera y fecunda” (9).

En el *De motu cordis*, en cambio, Harvey intenta que sus críticas a la teoría de la sangre de Galeno, así como la defensa de su propia teoría, no solo cuenten con el apoyo de la experiencia sino que también coincidan con el orden *natural*. Ello significa que Harvey –siguiendo a Aristóteles y a muchos otros de los filósofos antiguos– cree que hay un orden fijado por la *naturaleza*, y que cada entidad que puebla el mundo está destinada a ocupar un lugar específico en este ordenamiento. Todo esto, además, está determinado por la *naturaleza* propia de cada entidad.

La importancia que él atribuye a la causa final puede verse en toda su obra, e incluso ello es explícito en el capítulo XVII en el que sostiene que “el corazón, consecuentemente, es el principio de la vida; el sol del microcosmos, como el sol a su vez puede designarse el corazón del mundo [...] pero sobre estas cosas deberemos hablar más oportunamente cuando especulemos sobre la *causa final* del movimiento del corazón” (itálicas mías) (8).

Precisamente, debido a que la causa final está presente, explícita o implícitamente, a lo largo de toda su obra, sería sobre-simplificar las cosas pensar que es posible considerarla aisladamente, seleccionando enunciados individuales. Para Harvey, posiblemente, todas sus afirmaciones carecerían de sentido (o le resultarían insatisfactorias) si no dieran cuenta de las causas finales de cada uno de los órganos de los que trata, o si no creyera (al menos) que será posible tratar estos asuntos en el futuro. En efecto, puede notarse también la presencia de la causa final en los argumentos por analogía analizados más arriba. No

obstante, al igual que algunos de sus argumentos están especialmente dirigidos a mostrar sus observaciones y experimentos, o a razonar por medio de analogías, otros están especialmente dirigidos a mostrar que la teoría de Galeno no concuerda con los propósitos que, por *naturaleza*, les corresponden a las estructuras del cuerpo.

Los siguientes son algunos de los argumentos que ofrece Harvey para mostrarlo, todavía dentro del *Proemio*: 1. Citando a Realdo Colombo, Harvey se pregunta si es posible que el pulmón requiera tanta cantidad de sangre como la que está presente en el interior de la arteria pulmonar, considerando que esta tiene una capacidad superior al doble de las dos arterias ilíacas. En otros términos, ¿puede ser el *propósito* de la arteria pulmonar la sola nutrición del pulmón?; 2. Por otra parte, “puesto que los pulmones están tan a la mano, y en continuo movimiento, y el vaso que los abastece posee tales dimensiones, ¿cuál es el significado o utilidad de este pulso del ventrículo derecho? ¿Y por qué la *naturaleza* se vio en la necesidad de añadir otro ventrículo con el solo propósito de nutrir los pulmones?” (itálicas mías) (8); 3. Más adelante, Harvey pregunta “por qué la vena pulmonar, que es apenas tan larga como la arteria pulmonar, que posee las capas de una vena y es blanda y laxa, *habría sido hecha* para muchos usos” (itálicas mías) (8). Sobre este punto, él explica que no es la voluntad de la naturaleza construir un camino único para movimientos y propósitos tan diferentes, como lo es la transferencia del pneuma al ventrículo izquierdo, y de los aires fuliginosos al pulmón; 4. Para finalizar, al comentar el último de los argumentos por analogía que expusimos más arriba, dijimos que Harvey cuestiona el que se le atribuya a la vena pulmonar el destino de transmitir el aire, dado que ella posee la estructura de una vena. A continuación, Harvey afirma que “la *naturaleza* tiene más bien necesidad de tubos anulares, tales como los de los bronquios, de manera de que estén siempre abiertos [...] y libres de sangre, no sea que el líquido interfiera con el paso del aire” (itálicas mías) (8).

Los argumentos basados en observaciones o experimentos

Una de las cualidades más usualmente destacadas en la literatura sobre William Harvey es su insistencia

en investigar por medio de observaciones y de experimentos. Schultz, por ejemplo, enfatiza el que Harvey nació en “una era en la que la experimentación (el uso de las manos) y el cálculo, en adición a la simple observación, fueron reconocidas como herramientas esenciales del método científico” (10).

Entre las observaciones y experimentos más ilustrativos del *Proemio* podemos mencionar los siguientes: 1. Harvey sabe que, tras producir una incisión en las arterias, la sangre es expulsada con fuerza hacia el exterior durante el período de dilatación arterial. A diferencia de las afirmaciones de Galeno, ello le sugiere a Harvey que las arterias no actúan como fuelles que atraen la sangre situada en sus proximidades. En cambio, es la fuerza eyectora del corazón la que impulsa la sangre hacia las arterias. Si las arterias se comportaran como fuelles, explica Harvey, no sería esperable que la sangre abandone las arterias abiertas sino que el aire del exterior ingrese en ellas durante la diástole arterial; 2. Harvey cuestiona asimismo la aserción de Galeno de que la vena pulmonar transmite el aire de los pulmones al ventrículo izquierdo y, a la inversa, el aire fuliginoso del ventrículo izquierdo al pulmón. Si ello es cierto, Harvey pregunta “por qué siempre que se abre la vena pulmonar sólo hay sangre en su interior, y nunca aire” (8); 3. Finalmente, mientras que Galeno propone el pasaje de la sangre del ventrículo derecho al izquierdo por medio de ciertos agujeros invisibles presentes en el tabique interventricular, Harvey sostiene que la existencia de tales poros no puede demostrarse, y que “el *septum* del corazón es más denso y compacto que cualquier otra parte del cuerpo, excepto los huesos y las articulaciones” (8).

El autor concluye el *Proemio* afirmando que de las consideraciones hechas hasta aquí, y otras tantas, lo que se dijo hasta ahora sobre el movimiento y la función del corazón y de las arterias debe “parecernos oscuro, inconsistente y hasta imposible” (8). Es por ello necesario, continúa, estudiar el tema más profundamente, recurriendo a la vivisección y a la inspección ocular.

Es en el capítulo VIII (*Sobre la cantidad de sangre que pasa a través del corazón*) en el que Harvey explicita su teoría de la circulación sanguínea, al afirmar que la sangre se mueve “en un círculo”. A Harvey le parece imposible que la cantidad de sangre que recorre el

cuerpo –teniendo en cuenta, además, la velocidad con la que ello ocurre– pueda ser abastecida por medio de los alimentos (como lo estipula la tesis de la *sanguinación* de Galeno) sin que las venas se vacíen ni que las arterias revienten a causa de la cantidad de sangre que deberían albergar. La explicación de que ello no suceda, sostiene Harvey, es que la sangre arterial ingresa en las venas y, posteriormente, retorna al corazón. Él mismo expresa que la reflexión sobre estos asuntos le sugirió que el movimiento de la sangre era circular y que, más tarde, pudo probar que ello era cierto.

En los siguientes capítulos, hasta el XIII, Harvey intentará mostrar que la teoría de la sangre de Galeno es falsa y que la suya es correcta. Para lograrlo, él nos describe sus experimentos más famosos.

En el capítulo IX (*Que hay una circulación de la sangre está confirmado*), Harvey observa que la cantidad de sangre que pasa por el corazón (desde la vena cava a la aorta) es tal, que no puede ser suministrada por la ingesta. Para ello, él *estima* la cantidad de sangre (medida por su peso) que abandona el ventrículo izquierdo en cada latido cardíaco, y lo multiplica por la cantidad de latidos que experimenta el corazón en treinta minutos. Aun considerando distintas cantidades de sangre expulsadas en cada latido, Harvey concluye que, en todos los casos, la cantidad de sangre que abandona el ventrículo izquierdo en treinta minutos es mayor que la cantidad de sangre presente en todo el cuerpo. Una cantidad tan grande de sangre, continúa, no puede ser suministrada por la ingesta. Además, y por la misma razón, si fuera cierto que la sangre se solidifica en los órganos al finalizar su recorrido —o que es eliminada en forma de residuos—, entonces el cuerpo se vaciaría en poco tiempo. Como él mismo lo expresa:

“[...] en el curso de media hora, el corazón habrá dado más de mil latidos, en algunos tantos como dos mil, tres mil y hasta cuatro mil. Multiplicando el número de dracmas expulsadas por el número de pulsaciones, tendremos mil onzas y medias, o mil veces tres dracmas, o una cantidad proporcional de sangre, según la cantidad que asumamos que es propulsada con cada latido del corazón, enviadas por este órgano a las arterias — una cantidad más grande en todos los casos que la que contiene el cuerpo entero!” (8).

Harvey comienza el capítulo XI (*La segunda propuesta está demostrada*) advirtiendo que allí expondrá experimentos a partir de los cuales va a resultar obvio que las arterias transportan la sangre desde el corazón a la periferia, y que las venas lo hacen desde la periferia hacia el corazón.

De acuerdo con él, las ligaduras de los vasos sanguíneos pueden ser de dos tipos: ajustadas o medianamente ajustadas. En el primer caso, no es posible percibir ninguna pulsación de los vasos por debajo de la ligadura. Esta es la que se utiliza, por ejemplo, en las amputaciones. La ligadura mediana, en cambio, permite percibir cierto grado de pulsación por debajo de ella, y es la que se utiliza para llevar a cabo las sangrías. Harvey explica que cuando se aplica una ligadura ajustada en el brazo de un hombre, no solo no se pueden percibir las pulsaciones más allá de la ligadura sino que, además, el tamaño de la arteria aumenta con cada diástole y late con más fuerza, por encima de la zona de oclusión. En estas circunstancias la mano conserva su coloración pero, a medida que pasa el tiempo, su temperatura desciende. Si, a continuación, se afloja la ligadura para convertirla en una ligadura medianamente ajustada, entonces se verá que las venas se hinchan y que todo el brazo, además de la mano, adquiere una coloración intensa y se distiende. Por todo esto, Harvey concluye que la sangre llega a las extremidades, desde el corazón, por medio de las arterias, y que retorna al corazón a través de las venas.

En el capítulo XIII (*La tercera propuesta está demostrada*), Harvey explica cómo es que la sangre consigue volver al corazón, e intentará mostrar que las venas son los únicos vasos por medio de los cuales la sangre puede desplazarse desde la periferia hacia el centro.

Basándose en los conocimientos que adquirió de su maestro, Fabricius, a quien alude en esta sección, Harvey menciona la existencia de las válvulas venosas. De acuerdo con su descripción de las mismas, estas se localizan en el interior de las venas y a diferentes distancias las unas de las otras. Además, las válvulas están formadas por membranas orientadas hacia las grandes venas, de modo que en caso de que la sangre se mueva hacia las venas más pequeñas las membranas se ponen en contacto e impiden el flujo en este sentido. Sin embargo, a pesar de las descripciones

hechas por sus descubridores, Harvey cree que no han entendido suficientemente cuál es su función.

Fabricius sostenía que la sangre venosa se mueve en dirección a la periferia, como había sido explicado ya por Galeno, y que la función de estas estructuras, que él llamaba *ostiolis* (puertas, en español), es enlentecer el recorrido de la sangre hacia los miembros inferiores, lo que se ve facilitado por su peso. Harvey, en cambio, no cree que esta sea la función de las estructuras descritas por Fabricius. De hecho, él afirma que existen válvulas en las venas yugulares a pesar de lo cual, en este caso, es necesario que la sangre descienda para que llegue al corazón. Además, en este capítulo Harvey no utiliza el término *ostiolis* —presente en el libro de Fabricius— sino que lo reemplaza por el término “*valvulas*”, utilizado por Salomón Alberti en su *Tres orationes*, publicado en 1585 (11).

Harvey sostiene que la función de las válvulas venosas es impedir que la sangre en las venas se dirija hacia la periferia y permitir, exclusivamente, su desplazamiento desde la periferia hacia el corazón. A continuación, Harvey lo demuestra con un experimento: si se intenta hacer pasar una sonda por el interior de las venas, desde las más grandes hacia las más pequeñas, se observará que ello es imposible debido a la presencia de las válvulas; al contrario, es muy fácil hacer pasar la sonda en el sentido contrario —es decir, hacia el corazón.

En otro experimento, Harvey muestra que si se oprime con un dedo sobre una válvula venosa, y con otro dedo se desplaza la sangre hacia la válvula siguiente en el mismo sentido del flujo, la porción de la vena situada entre ambos puntos permanecerá vacía, incluso si se deja de presionar sobre la segunda válvula —pues la sangre no puede moverse en este sentido. En cambio, en el momento en que se libera la presión aplicada con el dedo sobre la primera válvula, la vena vuelve a llenarse rápidamente. “Parecería entonces que la función de las válvulas en las venas es la misma que la de las tres valvas sigmoides que encontramos al inicio de las arterias aorta y pulmonar, a saber, prevenir todo reflujo de la sangre que pasa a través de ellas” (8).

La circulación de la sangre está demostrada

Harvey comienza el capítulo XIII afirmando que ya ha quedado demostrado cuál es la cantidad de sangre

que pasa a través del corazón y los pulmones y, de manera similar, desde las arterias a las venas en la periferia. Las pruebas de ello, según sostiene, fueron expuestas a través de las observaciones y de los experimentos presentes en los capítulos precedentes.

En el capítulo XIV (*Conclusión de la demostración de la circulación*), Harvey sostiene nuevamente que la circulación de la sangre está probada a través de la “demostración ocular”, aunque también incluye aquí a la “argumentación”.

Sin embargo, es en los capítulos XV (*La circulación de la sangre está más demostrada*) y XVII (*El movimiento y la circulación de la sangre están confirmados*), en donde puede verse más claramente, una vez más, la necesidad que encuentra Harvey de reconciliar sus investigaciones con algunas de las ideas aristotélicas fundamentales. En el primero de estos capítulos, Harvey argumenta —en línea con Aristóteles— que la circulación es *conveniente* y *necesaria* pues el corazón es el asiento del calor del cuerpo, el que es distribuido por medio de las arterias y de las venas como ya fue explicado. En el segundo, Harvey resume sus experiencias interpretadas también a la luz de una filosofía fuertemente aristotélica que incluye su doctrina de la causa final.

CONCLUSIONES

La argumentación que presenta Harvey en su *De motu cordis* no puede identificarse exclusivamente con el hipotético-deductivismo, ya sea este interpretado desde el punto de vista falsacionista (12) o confirmacionista (13-15). Ni tampoco se restringe a una mera inducción por enumeración simple. No obstante, la contrastación de las consecuencias observacionales deducidas de su teoría —o de las de sus contrincantes— es un elemento indispensable que puede verse muy claramente, por ejemplo, en el experimento en el que él *estima* la cantidad de sangre que sale del ventrículo izquierdo en treinta minutos:

1. Si es cierto que la sangre es producida a partir de los alimentos ingeridos y que una vez que llega a los órganos finaliza su recorrido y se convierte en otra sustancia, entonces la cantidad de sangre que atraviesa el ventrículo izquierdo en media hora no debe superar a la cantidad de sangre que puede ser provista por la ingesta en ese período.

2. La cantidad de sangre que atraviesa el ventrículo izquierdo en media hora es mayor que la cantidad de sangre que puede ser provista por la ingesta en ese período. Por lo tanto....

3. Es falso que la sangre sea producida a partir de los alimentos y que una vez que llega a los órganos finalice su recorrido y se convierta en otra sustancia.

Es decir que una predicción indispensable de la teoría de Galeno no se cumple. En consecuencia, si nos comportamos como un falsacionista estamos autorizados a sostener (por *modus tollens*) que su teoría no ha soportado la contrastación en este caso. En cambio, la circulación habría sido corroborada pues, si es cierto que la sangre circula, entonces es esperable que la cantidad de sangre que atraviesa el ventrículo izquierdo en un período de tiempo determinado –teniendo en cuenta, además, la velocidad con la que se mueve la sangre– sea superior a la ingesta (considerada en ese mismo período).

Aunque el hipotético-deductivismo podría aplicarse también a otros experimentos, aquí tan solo nos limitamos a mostrar un ejemplo que recibió mucha atención entre los estudiosos de la obra de Harvey.

No obstante, además de sus experiencias, hemos mostrado en este artículo que Harvey hace un uso extenso de las analogías y de los argumentos teleológicos. Los mismos no son empleados como meros instrumentos heurísticos de descubrimiento sino que, según él lo considera, son pruebas de que su teoría es verdadera o, en algunos casos, plausible. Más aún, como vimos, posiblemente él mismo creería que su obra carecería de sentido si no pudiera dar cuenta de la *causa final* de cada órgano de acuerdo con su *naturaleza* propia, o si no creyera que este objetivo podrá lograrse en un futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lewis RW. A hypothetico-deductive science. The American Biology Teacher. 1988;50(6):362-366.

2. Lawson AE. The Generality of Hypothetico-Deductive Reasoning: Making Scientific Thinking Explicit. The American Biology Teacher. 2000;62(7):482.
3. Allchin D. Lawson's shoehorn, or should the philosophy of science be rated "X"? Science & Education. 2003;(12):315-329.
4. Allchin D. William Harvey & Capillaries. The American Biology Teacher. 2005 Jan;67(1):56-59.
5. Lawson AE. Allchin's shoehorn, or why science is hypothetico-deductive. Science & Education. 2003;12(3):331-33.
6. de Micheli A. [William Harvey and the beginnings of modern medical science]. Gac Med Mex. 2005;141(3):233-7.
7. French RK. William Harvey's natural philosophy / Roger French. Cambridge: Cambridge University Press; 1994.
8. Harvey W. The anatomical exercises : De motu cordis and De circulatione sanguinis, in English translation. New York: Dover Publications; 1995.
9. Bacon F. Novum organum, sive indicia ver de interpretatione naturae et regno hominis. 1620. Traducido al español como Novum organum, Barcelona: Folio; 2002.
10. Schultz SG. William Harvey and the circulation of the blood: the birth of a scientific revolution and modern physiology. News Physiol Sci. 2002 Oct;17:175-80.
11. McMullen ET. Anatomy of a physiological discovery: William Harvey and the circulation of the blood. J R Soc Med. 1995 Sep;88(9):491-8.
12. Popper KR. La lógica de la investigación científica. Madrid: Tecnos; 2008. (Traducción al español de la obra original en alemán: Logik der forschung. Wien: J. Springer; 1934)
13. Carnap R. Philosophical foundations of physics. New York: Basic Books; 1966.
14. Hempel C. Aspectos of scientific explanation and other essays in the philosophy of science. New York: Free Press; 1965.
15. Hempel C. Philosophy of natural science. Englewood Cliffs. N.J.: Prentice-Hall; 1966.

