



Revista Colombiana de Filosofía de la
Ciencia

ISSN: 0124-4620

revistafilosofiaciencia@unbosque.edu.co

Universidad El Bosque
Colombia

Serna, Horacio

El cuerpo humano como un sistema complejo a la luz del contexto histórico-científico del
descubrimiento de la circulación pulmonar: de alejandrinos, árabes, herejes y nobles
Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia, vol. 16, núm. 33, julio-diciembre, 2016, pp.
187-211

Universidad El Bosque
Bogotá, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41449298009>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

EL CUERPO HUMANO COMO UN SISTEMA COMPLEJO A LA LUZ DEL CONTEXTO HISTÓRICO-CIENTÍFICO DEL DESCUBRIMIENTO DE LA CIRCULACIÓN PULMONAR: DE ALEJANDRINOS, ÁRABES, HEREJES Y NOBLES^{1,2}

THE HUMAN BODY AS A COMPLEX SYSTEM IN LIGHT OF THE HISTORICAL-SCIENTIFIC CONTEXT OF THE DISCOVERY OF THE PULMONARY CIRCULATION: ABOUT ALEXANDRIANS, ARABS, HERETICS AND NOBLES

Horacio Serna^{3,4}

RESUMEN

La historia remota de las ciencias de la complejidad se suele desconocer al poner de manifiesto que es un conjunto de campos del conocimiento que tuvieron su desarrollo en el siglo XX, sin embargo, las ideas generatrices de las tesis defendidas por las ciencias de la complejidad, en particular la idea de sistema complejo, vienen desde mucho antes. El descubrimiento de la circulación pulmonar revolucionó la manera de entender la medicina en el marco del cambio del paradigma hipocrático-galénico que tuvo influencia hasta muy avanzada la Edad Media, además, el descubrimiento de marras estuvo muy nutrido de elementos que dan sustento para considerarlo como un acontecimiento de suma importancia en el desarrollo histórico de las ideas tempranas en ciencias de la complejidad y en el reconocimiento del cuerpo humano como un sistema complejo.

Palabras clave: transdisciplinariedad, cambio de paradigma, pensamiento complejo, circulación pulmonar.

ABSTRACT

The remote history of complexity sciences uses to be unknown under the argument that they are a group of fields of knowledge that had their development in XX century, however, the generating ideas of the thesis defended by complexity sciences, in special the idea of complex system, come from long before. The discovery of pulmonary circulation has revolutionized the way of understanding medicine in the context of change of

1 Recibido: 2 de junio de 2016. Aceptado: 22 de septiembre de 2016.

2 Este artículo se debe citar así: Serna, Horacio. "El cuerpo humano como un sistema complejo a la luz del contexto histórico-científico del descubrimiento de la circulación pulmonar: de alejandrinos, árabes, herejes y nobles". *Rev. Colomb. Filos. Cienc.* 16.33 (2016): 187-211.

3 Ingeniero Químico, Universidad Nacional de Colombia. Estudiante de Maestría en Ciencias-Química, Universidad Nacional de Colombia. Colaboración con Grupo de Física no Lineal, Universidad de Santiago de Compostela, España. Correo electrónico: hasernas@unal.edu.co

4 Bogotá (Colombia).

the hippocratic-galenic paradigm that had influence until very late in the Middle Age, also, this discovery was very full of elements that sustain the fact of considering it as an event of great importance in the historical development of the early ideas of complexity sciences and the recognition of the human body as a complex system.

Keywords: transdisciplinarity, paradigm change, complex thinking, pulmonary circulation.

1. INTRODUCCIÓN

Las ciencias de la complejidad son, hoy por hoy, un campo del conocimiento de vanguardia que aparece, no solo como un conjunto de disciplinas transversales a todas las ciencias en general, sino como un cambio de paradigma científico en toda regla. Tradicionalmente, el estudio de las ciencias naturales y de las ciencias del hombre se ha hecho de manera separada, lo que genera una estrechez de miras en académicos, científicos e intelectuales, pues las problemáticas más complicadas que sufre la humanidad requieren de un panorama amplio para su solución, panorama que solo provee una visión en la que aparezcan concomitantemente ciencias naturales y humanidades (Sierra & Osorio 186-188).

El estudio que proponen las ciencias de la complejidad es integral y sistemático, es decir, que en la medida de lo posible no se desatienda ningún fenómeno a la hora de analizar un sistema, así, pues, los ámbitos químico, biológico, físico, sociológico, psicológico, entre otros, deben estar presentes para realizar una descripción completa del sistema. Por ejemplo, el estudio exhaustivo de una sociedad requiere, en el caso más escueto, modelos de dinámica de poblaciones y modelos sociales que tengan en cuenta aspectos culturales, económicos, políticos, e incluso, religiosos.

De entrada, esto sugiere que los sistemas de estudio de las ciencias de la complejidad son grandes y constituidos de un sinnúmero de partes. Un sistema complejo puede definirse como aquel que no es inteligible a partir de la reducción y del entendimiento independiente de cada una de sus partes, esto se debe fundamentalmente a que las interacciones entre las partes del sistema producen características emergentes que no se verifican cuando las partes se aíslan del sistema (Maldonado 7-10). Una de las más llamativas es la auto-organización, que consiste, en lo básico, en una distribución, espacial, temporal o ambas, estructurada y coherente en términos de funcionalidad, los ejemplos teóricos más famosos son las estructuras disipativas (Nicolis y Prigogine) y los patrones morfogénicos de Turing (1952).

Estas propiedades emergentes están caracterizadas por la no linealidad y la lejanía del equilibrio termodinámico, razón por la cual se considera que las ciencias de la complejidad tienen una historia reciente que coincide con el periodo de consolidación de ciencias como la termodinámica de no equilibrio, la geometría de fractales, la teoría matemática de la información y la dinámica no lineal, todas ciencias que se consolidaron en el siglo xx (Maldonado & Alfonso 12-26). En su dimensión más humanística, la bioética global, las neurociencias y las lógicas no-clásicas también son consideradas ciencias de la complejidad y enmarcan lo que se conoce como pensamiento complejo (Maldonado 26-28; Sierra & Osorio 1-20). No obstante, prácticamente desde que el ser humano comenzó a formar sociedades y a civilizarse las ideas generatrices de complejidad iniciaron su proceso de gestación.

Como botones de muestra se tienen los siguientes temas de interés para construir una historia de las ideas tempranas sobre ciencias de la complejidad:

- **Biología Aristotélica:** La obra biológica del maestro de los sabios es fundamental en muchos aspectos relacionados con la complejidad de los vivientes. Algunas ideas destacables son la interpretación de la homeostasis térmica de los organismos vivos, teleología funcional y los niveles de organización de la materia en función de los cuatro elementos (de la Rosa García 26-30; Bartolomé & Marcos 61; Marcos 1998 1-7)
- **Medicina Alejandrina:** Los médicos Alejandrinos, Erasístrato de Yúlido y Herófilo de Calcedonia, hicieron aportes notables en la anatomía funcional del cerebro y el corazón (de la Fuente Freyre 122-125).
- **Corpus Galénico:** toda la teoría humoral que sustenta el discurso de Galeno sobre la salud y la enfermedad puede interpretarse en clave de complejidad por el uso de los niveles de organización de la materia y el concepto de homeóstasis (Romero et al. 218-225).
- **Biología islámica:** En materia de ciencia el imperio árabe fue notable, incluso se podría decir que sin el esplendor tecno-científico árabe no hubiera existido el Renacimiento Europeo. El descubrimiento de la circulación pulmonar por parte de Ibn-al Nafis en el siglo XIII (Al-Ghazal 1-7; Haddad & Khairallah 1-8), varias teorías de evolución biológica, como las de Al-Dinawari y Al Jahiz (Shuttleworth 1-5), y el Canon de Avicena (Cameron Gruner 183-195; Serna & Sierra 1-4), son claros ejemplos de ideas relacionadas con la complejidad de los seres vivos.

Sin lugar a dudas, la biología ha sido la disciplina que ha nutrido desde tiempos remotos todo ese aparato conceptual de complejidad, esto debido, claro está, a que los seres vivos son el ejemplo de sistema complejo por antonomasia. Así mismo, comenzando por el proceso de auto-reconocimiento que sufrió el *homo sapiens* y luego la interacción directa que tuvo con otros seres vivos para sustentarse como especie, los primeros sistemas complejos con los que tuvo contacto directo el ser humano fueron, precisamente, los vivientes. La atención se centrará, pues, en una ciencia que exige conocimientos en biología para su ejercicio: la medicina., esto porque, sin ir más lejos, fue la disciplina que permitió, a la postre, comprender de a poco los misterios que escondía el cuerpo humano como sistema complejo, dando luz sobre todo en el problema de la sincronización de órganos para generar una funcionalidad sistémica, que sería imposible de reproducir sin el aporte preciso, fino y localizado de cada uno de los órganos constituyentes, se habla entonces de complejidad en el ámbito espacial y temporal. De esta suerte, conceptos propios de las ciencias de la complejidad como emergencia y auto-organización, si bien solo se acuñaron hasta comenzado el siglo xx, pudieron haber tenido su gestación temprana en el sinnúmero de descubrimientos relacionados con el cuerpo humano debidos a la medicina a lo largo de la historia.

En particular, uno de los grandes éxitos en medicina y fisiología fue el descubrimiento de la circulación menor de la sangre, este importante hallazgo tiene una brecha temporal de aproximadamente 19 siglos, desde que los ilustres médicos alejandrinos comenzaron con sus primeras observaciones hasta que William Harvey finiquitó la tarea en el siglo xvii. Así, pues, se realizará un recorrido por los acontecimientos más importantes relacionados con la circulación pulmonar y se estudiará cómo cada uno de ellos aportó ideas tempranas generadoras del nuevo paradigma de las ciencias de la complejidad. Es preciso aclarar que en ningún momento se quiere sostener que las ciencias de la complejidad ya existían desde la Antigüedad, pues es claro que son un campo que consolidó sus pilares fundamentales en el siglo pasado y que aún hoy continúa en un proceso de evolución, sino más bien se quiere mostrar que la circulación pulmonar, su descubrimiento y la teorización en torno a ella, definieron unos hilos argumentales que pueden entenderse como ideas generatrices de conceptos clave en ciencias de la complejidad. A partir de este momento, como el campo de estudio está relacionado con la complejidad de los organismos vivos, más específicamente con el ser humano y su aparato circulatorio, la complejidad inherente a los vivientes se denominará complejidad biológica o biocomplejidad (Marcos 2009 4).

2. BIOLOGÍA Y MEDICINA ALEJANDRINA

En cuanto a medicina y fisiología, los personajes más importantes de Alejandría son sin duda Herófilo de Calcedonia y Erasístrato de Yúlida, brillantes *médicos que* utilizaron los principios racionalistas (dogmáticos) de Hipócrates para fundar sus propias escuelas.

Herófilo vivió entre el 335 a. C. y el 280 a.C. Desarrolló su vida profesional en Alejandría y hay indicios de varios escritos suyos, la mayoría se perdieron y solo se conservan escasos fragmentos. Las referencias de Galeno son la principal fuente de información sobre Herófilo. Fue uno de los primeros médicos en distinguir arterias y venas (de la Fuente Freyre 123). Estudió ampliamente el cerebro, descubrió sus membranas y sus senos de sangre venosa, uno de los cuales lleva su nombre: la torcular de Herófilo. También, aseveró que el cuarto ventrículo cerebral era la residencia del alma. Estos descubrimientos sobre el cerebro fueron puntos clave para elucubrar su fisiología, así mismo, Herófilo prescindió completamente de las ideas aristotélicas que atribuían al cerebro una mera función refrigerante (Bartolomé & Marcos 26), así, el hecho de considerar el cerebro como el receptáculo del alma hizo que el calcedonio se acercara a un éxito explicativo respecto a la verdadera importancia del objeto más complejo del universo. También hizo análisis muy detallados del ojo y el tubo digestivo, a cuya sección superior bautizó duodeno (de la Fuente Freyre 123). Advirtió las variaciones individuales del hígado, comparó las paredes arteriales y venosas y estudió el pulso a diferentes edades y en distintos estados, tratando de encontrarle un valor diagnóstico como lo hicieron los chinos siglos atrás (de la Fuente Freyre 123). Fue el primero en diferenciar, fisiológicamente, los nervios y los tendones y elaboró la anatomía de los genitales.

Erasístrato de Yúlida vivió entre el 304 a.C. y 250 a.C. Estudió en Atenas bajo las enseñanzas de Metrodoro, pensador que lo inició en la filosofía peripatética. Tuvo contacto con Chrysipo el joven en Cnido, un consagrado atomista que le compartió las ideas de Demócrito e influenció la carrera de Erasístrato con un marcado enfoque materialista. Finalmente se establece en Alejandría donde permanece hasta morir (de la Fuente Freyre 123). Solo se poseen noticias de sus escritos a través de citas de otros autores, desafortunadamente todo su legado escrito pereció en el tiempo, pero se sabe que escribió numerosos tratados de anatomía, higiene y patologías abdominales. Desarrolló la anatomía patológica con la cual analizó a profundidad los estadios de una enfermedad, seguramente valiéndose de disecciones de hombres que habían perecido enfermos en diferentes fases de la patología.

Una de sus grandes aportaciones fue la anatomía cerebral comparada, con la que pudo notar varias semejanzas entre los cerebros de varios animales y el cerebro humano, lo que le permitió relacionar la inteligencia con la morfología y el tamaño del cerebro, un acierto notable que coincide con varios estudios actuales sobre la línea evolutiva del cerebro (Sagan; Gould). También depuró los descubrimientos de Herófilo, sobre todo en lo que respecta a las cavidades y circunvoluciones en el cerebro de la liebre, el ciervo y el hombre. Sus estudios lo llevaron a concluir que el número de circunvoluciones se relaciona con la inteligencia. Diferenció por primera vez en la historia los nervios motores y sensitivos. Otro gran aporte a las ciencias de la vida fue su trabajo con el sistema circulatorio, Erasístrato identificó y nombró varios órganos de este sistema. Fue pionero en describir la circulación sanguínea adoptando dos posturas ideológicas, la corpuscular y la neumática. Sin bien sus aseveraciones adolecían de imprecisiones, logró argumentar adecuadamente, sin incluir misticismo, varios aspectos de la circulación, por lo que puede considerársele como un fisiólogo importante en la historia de la ciencia.

Un gran obstáculo, tanto epistemológico como metodológico, con el que los médicos de la antigüedad debieron enfrentarse sin salir muy bien librados, era el desconocimiento sobre el mecanismo químico de intercambio gaseoso que se lleva a cabo en los alvéolos pulmonares donde se oxigena la sangre y se libera el dióxido de carbono, es precisamente este fenómeno el que relaciona los sistemas respiratorio y circulatorio, y sin su discernimiento era imposible entender la naturaleza de la circulación. Sin embargo, Erasístrato, basado en la creencia de Praxágoras, da su propia opinión de la circulación argumentando que esta solo se produce en las venas, mientras que las arterias contienen el aire. Pensaba que la sangre se fabricaba en el hígado y de allí, por medio de la vena cava, se distribuía por todo el cuerpo. También reconoció en el corazón al motor de la circulación, pues creía que era responsable del bombeo de la sangre venosa y del aire arterial. El ventrículo derecho del corazón contiene sangre mientras que el izquierdo contiene aire puro, posteriormente se mezclan en el ventrículo izquierdo para convertirse en *pneuma*. Durante la sístole ventricular, la sangre que llenaba el ventrículo derecho pasa por la arteria pulmonar a los pulmones, mientras que el *pneuma* del ventrículo izquierdo sale por la aorta para distribuirse por la red arterial por todo el cuerpo. En la diástole ventricular, una parte de la sangre que se origina en el hígado se dirige hasta el ventrículo derecho por medio de la vena cava, así mismo el aire que entra a los pulmones se dirige al ventrículo izquierdo por la vena pulmonar. Erasístrato también identificó las válvulas del corazón, es el caso de las sigmoides que, según él, impedían durante la diástole el reflujo de la sangre de la arteria pulmonar y del *pneuma* de la aorta, y de la válvula

tricúspide, que hace lo propio en la sístole. En sus observaciones no notó el papel de las aurículas, pues las consideraba parte de los vasos sanguíneos (de la Fuente Freyre 124; Mavrodi & Paraskevas 26).

Es notable la lucidez y coherencia de sus argumentos y lo importante que fueron estos en la evolución del pensamiento, pues, en concordancia con sus aseveraciones, se sabe bien que por las arterias circula la sangre oxigenada y por las venas la que es rica en dióxido de carbono, el hecho de considerar que por las arterias circulaba el aire es bastante sugerente, además, la identificación de las válvulas cardíacas también fue un aporte importante, sustentado en las observaciones que realizaba durante la disección de cadáveres.

Aunque su argumentación fisiológica sobre la circulación era bastante brillante para la época, había un hecho que Erasístrato no podía explicar con ella, se trataba de las hemorragias arteriales, pues según su fisiología por allí solo circulaba aire (Mavrodi & Paraskevas 26). Sin embargo, el ingenio de Erasístrato no se quedó corto al tratar de explicar tal fenómeno bajo su esquema circulatorio, esta vez acude a un paradigma aristotélico que, entre otras cosas, trajo atascamientos epistemológicos en Occidente: el *horror vacui*. La definición que el estagirita tenía del vacío era contraproducente, puesto que al considerarlo como *falto de contenido*, y al argumentar en el libro IV de su *Física* en contra del mismo, motivó el miedo a utilizar la tecnología del vacío en Occidente, porque, supuestamente, la naturaleza aborrecía el vacío, lo que contuvo por varios siglos la revolución tecnológica Occidental (Sierra 53-62). En este orden de ideas, Erasístrato supuso que las venas y las arterias estaban unidas por unos vasos muy pequeños e invisibles, así, cuando una arteria se rompía, la súbita salida del aire producía un vacío que con la fuerza del *horror vacui* hacía que la sangre de las venas viajara a través de aquellos vasos invisibles hasta las arterias y saliera por el lugar de la ruptura (de la Fuente Freyre 125).

A fin de resumir la teoría orgánica de Erasístrato en clave de ideas tempranas de biocomplejidad, se puede decir que:

- La materia viva se compone de los cuatro elementos.
- Los elementos se conforman por agrupaciones de átomos que están separados por pequeños espacios vacíos.
- La naturaleza aborrece el vacío y se empeña en llenar tales espacios en los organismos vivos.
- La sangre es la responsable de la nutrición de los órganos, mientras que el *pneuma* sería el alma, la fuerza vital.

- La sangre se fabrica en el hígado y llega a todas partes de cuerpo por la vena cava.
- El *pneuma* se fabrica en el ventrículo izquierdo como la interacción de la sangre y el aire, y se impulsa por el cuerpo por las arterias gracias al corazón.

En los seis puntos anteriores se evidencia que la organización de la materia se influencia por el atomismo mecanicista y la fisiología se construye a partir de experimentación juiciosa y de teorías intentando justificar las observaciones. Las teorías propuestas por los médicos alejandrinos se centraron en gran medida en la interacción entre las partes constituyentes del organismo, así como del funcionamiento sistémico y sincronizado de los subsistemas que conforman al gran sistema que es el individuo. La dinámica que propusieron entre la sangre, el aire, las venas, las arterias y el corazón, decantaron en un primer modelo de circulación sanguínea y en una primera aproximación a la relación entre el sistema respiratorio y el circulatorio, todo esto reconociendo que cada órgano jugaba un papel importante y que sin su aporte el organismo no podría funcionar correctamente, es decir que la emergencia orgánica depende de las interacciones entre sus partes, además esto daría pie a una teoría de la enfermedad, tema que Galeno desarrolló con más profundidad siglos más tarde. Con esto en mente, es posible decir que una idea temprana de sistema complejo ve la luz con las aseveraciones de los *médicos alejandrinos*, así no se percatasen de ello en ese momento. Por su parte, la relación del *pneuma* y el alma de los vivientes puede deberse al reconocimiento de la respiración como acto indispensable para la sustentación de la vida en los animales. Así mismo, por haber logrado tantos éxitos explicativos en materia de fisiología y por el notable entendimiento de los sistemas circulatorio y encefálico que lograron para la época, no cabe duda que los sabios de Alejandría jugaron un papel importante en la generación de ideas tempranas en el campo de las ciencias de la complejidad.

Por todo lo anterior, se puede decir que Herófilo y Erasístrato fueron más allá que Aristóteles en materia de fisiología, sin embargo, las concepciones del oriundo de Estagira influyeron mucho más que las de los pensadores alejandrinos hasta muy avanzada la Edad Media.

3. EL GRAN APOORTE ÁRABE

El personaje principal de esa historia es Ala-al-din abu al-Hassan Ali ibn Abi-Hazm al-Qarshi al-Dimashqi, más conocido como Ibn al-Nafis. Este brillantísimo árabe nació en 1213 en Damasco y se educó en el *Medical*

College Hospital. Además de medicina, estudió jurisprudencia, literatura y teología. En 1236 se trasladó a Egipto al Hospital Al-Nasari y posteriormente al Hospital Al-Mansuri donde se desempeñó como médico en jefe de los principales galenos de la corte del Sultán (Al-Ghazal 2).

Sus principales obras son:

- **Al Shiami fi al Tibb:** Es una enciclopedia de 300 volúmenes cuyo manuscrito se encuentra en Damasco. Al Nafis Murió antes de terminarlo.
- **Libro de oftalmología:** una contribución original y extensa en este campo que aún se conserva.
- **Mujaz al-Qanon:** Sin lugar a dudas es su obra más importante, se conoce en Occidente como *Resumen del Canon de Avicena*. En este texto Ibn al Nafis no solo hace críticas y anotaciones sobre la fisiología de Avicena, sino también sobre otros médicos árabes y sobre el corpus hipocrático-galénico (Al-Ghazal 1-7; Abdel-Halim 1-12).
- **Kitab al-Mukhtar fi al Aghdhiyya:** Más conocido como *El libro de las comidas selectas*. Básicamente habla de la importancia de llevar una alimentación balanceada para mantener buena salud.

Fue la primera persona en describir correctamente la constitución de los pulmones y dar una descripción de los bronquios y la interacción entre los vasos sanguíneos con el aire y la sangre. El médico damasceno también comprendió la función de las arterias coronarias como alimentadoras del músculo cardíaco. El gran descubrimiento de Ibn al-Nafis fue la circulación pulmonar, el crédito del aporte original se le atribuyó al damasceno en 1924 con el hallazgo del manuscrito de *Mujaz al-Qanon* (Haddad & Khairallah 1-8).

El manuscrito evidencia la claridad explicativa de Ibn al Nafis, quien comienza diciendo que la sangre de la cámara derecha del corazón debe pasar a la cámara izquierda, pero no existe una vía directa entre las dos. Aquí hace una crítica a Galeno quien pensaba que existían unos poros invisibles en el tabique que dividía las cámaras del corazón que permitían el paso de la sangre desde la cámara izquierda hacia la derecha (Yarmohammadi et al. 1; de la Fuente Freyre 198). Continúa diciendo que la sangre de la cámara derecha fluye a través de la arteria pulmonar hacia los pulmones, allí se mezcla con el aire y pasa por la vena pulmonar para alcanzar la cámara izquierda del corazón y formar allí el espíritu vital (Al-Ghazal 4; Haddad & Khairallah 7).

En sus disertaciones, el gran fisiólogo árabe mezcla argumentos, que bien pudieron ser constatados mediante disecciones de cadáveres, con una teoría teológica fundamentada en el islam, dando un matiz conciliador entre la ciencia y la fe. Por su parte, aparece un acontecimiento contrastante con su propuesta de conciliación, y es el hecho de que la práctica de la disección era bastante rara en los médicos musulmanes, quizá por razones de índole religioso, y que el mismo Ibn al-Nafis niega utilizar en la introducción de *Mujaz al-Qanon* (Haddad & Khairallah 8). Sin embargo, la impresionante precisión de sus descripciones no pudo lograrse sin la polémica práctica para la época. No deja de ser llamativo que cuatro siglos más tarde Miguel Servet redescubriera la circulación pulmonar y también publicara sus observaciones en un texto teológico, y esto no es lo único que comparte con el humanista español, pues varios errores explicativos también coinciden en ambos textos (Haddad & Khairallah 3; Bosmia et al. 318-321; Reyes 95-110).

Hallazgos recientes indican que antes de Ibn al-Nafis existió un fisiólogo persa que habría sido el primero en describir la circulación pulmonar, se trata de Al-Akhawayani, un académico del siglo X (Yarmohammadi et al. 1819-1821). Al-Akhawayani describió con mucho detalle la estructura de los cartílagos traqueales, las venas y las arterias, además de proponer que la sangre solo podría moverse desde el lado derecho del corazón hacia el izquierdo realizando un circuito con una parada intermedia en los pulmones. No obstante, estuvo fuertemente influenciado por el canon galénico al argumentar a favor de la existencia de poros invisibles en el tabique inter-ventricular, lo que lo llevó a concluir que la mayoría de la sangre que pasaba del lado derecho al lado izquierdo lo hacía a través de un circuito pulmonar, pero que también había una porción de sangre que lo hacía a través de los poros invisibles del tabique inter ventricular (Yarmohammadi et al. 1821).

La circulación de la sangre es un proceso altamente complejo, todos los órganos que intervienen en ella son sistemas complejos que trabajan perfectamente acoplados para permitir el flujo de sangre a los lugares indicados en el tiempo indicado. Los primeros aportes dados por los árabes con miras hacia el entendimiento de la relación entre los sistemas circulatorio y respiratorio sentaron una idea generatriz y un cambio de paradigma respecto a la fisiología que se venía haciendo hasta aquel tiempo terciada por las ideas de Galeno, pues al poner como paso obligado a los pulmones en el flujo de la sangre del lado derecho al lado izquierdo del corazón el *pneuma* iniciaría su formación en los pulmones, lo que reforzaría la idea de que la respiración era portadora del germen del espíritu vivificante, concepto que más adelante desarrollaría más a fondo Miguel Servet. Adicionalmente, con este aporte se definieron

ubicaciones muy específicas a cada una de las etapas de la circulación menor, comenzando con la llegada de la sangre a la cámara derecha del corazón y terminando con la distribución del *pneuma* desde la cámara izquierda, esto da pie para hablar de una auto-organización espacial, y si a esto se le suma la idea de sincronización temporal que siguió estando presente en Ibn al-Nafis, se hablaría de una auto-organización espacio-temporal en toda regla. Estos hallazgos permitieron vislumbrar, a la postre, que la biocomplejidad era una realidad que todavía no se dimensionaba en todo su sentido, y que su estudio era menester si se quería lograr el tratamiento a varias enfermedades.

4. LA MEDICINA RENACENTISTA

Tras la Edad Media, y gracias al esplendor de la cultura árabe y su difusión por Occidente, llegó el Renacimiento en el siglo XVI como un intento por recuperar las costumbres greco-romanas antiguas. El redescubrimiento de la circulación pulmonar se llevó a cabo, casi independientemente, por parte de Miguel Servet y William Harvey, el primero desde un punto de vista más descriptivo y el segundo desde un punto de vista más mecánico.

Como abre bocas y aclaración, se puede decir que Miguel Servet fue un humanista Renacentista en toda regla, no solo por la época en la que vivió sino por su pensamiento altamente crítico y revolucionario. Por su parte, William Harvey se ubica temporalmente en la etapa de transición del Renacimiento al Siglo Científico, no obstante, su línea de pensamiento puede catalogarse más dentro de la filosofía Renacentista, especialmente por las ideas pre-científicas que aún rondaban por su cabeza (De Micheli 233).

4.1. La historia del hereje virtuoso

Al que a partir de ahora se le denominará como el hereje virtuoso no es más que Miguel Servet, sin lugar a dudas, uno de los hombres más influyentes del Renacimiento. Nació en 1511, en Villanueva de Sijena, un pueblo de Aragón, siempre llevó una vida holgada ya que su padre era notario real. Su familia era fervientemente católica, y se presume que sus padres lo encaminaron desde chico al sacerdocio. Su sofisticación intelectual no se hizo esperar, y siendo tan solo un adolescente ya sabía latín, griego y hebreo, además ya era versado en matemáticas y filosofía escolástica (Servetus International Society 2).

A los 17 años, su padre lo envía a la Universidad de Toulouse a estudiar derecho. Allí comenzó a gestar sus ideas de oposición sobre el concepto de la Trinidad, pues al leer la biblia notó que el concepto no se mencionaba ni

se explicaba de manera contundente. Dos años más tarde, a finales de 1519, Servet fue llamado al servicio de Juan Quintana, un monje franciscano con quien ya había tenido contacto a los 14 años. Quintana lo llevaría a Italia a la coronación del emperador Carlos V. El joven Servet quedó escandalizado con la opulencia del Clero (Bosmia et al. 319; Servetus International Society 2). En 1530 abandona el séquito del emperador y se dirige a Basilea. Allí convive con Escolampadio, líder del movimiento protestante. No obstante, Servet no encontró apoyo a sus ideas en el movimiento protestante suizo.

Las ideas de oposición del joven Servet tienen su origen en el contexto político-religioso que se vivió en la época. Más o menos dos décadas antes de que Servet naciera, en 1492, el mismo año en el que se descubre el Nuevo Continente, los Reyes Católicos, Isabel y Fernando, quisieron establecer la unidad política, social y cultural a partir del cristianismo. Como bien se sabe, y como se ha hecho notar en este trabajo, el apogeo de la cultura árabe en España durante la Edad Media, especialmente en al-Ándalus, convirtió al país en un coctel pluricultural, donde convivían cristianos, musulmanes y judíos. De esta suerte, ad portas del Renacimiento todavía quedaban muchos islámicos y judíos en los predios españoles que literalmente sufrieron la unidad política de los Reyes católicos, pues se les obligó a convertirse al cristianismo, siendo las represalias el exilio o incluso la muerte en caso de negarse a hacerlo. Esta intolerancia severa dejó un sinnúmero de judíos y árabes desterrados y más de 20.000 quemados en la hoguera. El choque de las tres religiones tenía un punto crítico: la Trinidad. Fue precisamente el dogma de la Trinidad el que supuso un obstáculo infranqueable para las culturas islámica y judía que mantenían como primer artículo de su fe la unidad de Dios (Servetus International Society 3).

En 1531 publica su primera obra influyente, *De Trinitatis Erroribus*. Esta obra ya mostraba su intelecto privilegiado y exaltaba ideas brillantes respecto al cristianismo y al dogma de la Trinidad, pero los protestantes de la época terminaron por condenar el grueso del texto (Bosmia et al. 319). Al año siguiente, el erudito español buscó nuevamente la atención de los protestantes con un texto menos punzante y más conciliador desde el punto de vista argumentativo, *Dialogorum de Trinitate*. Sin embargo, el efecto que tuvo su segundo tratado fue contrario a lo que él esperaba, pues los protestantes de la época consideraban que las críticas al dogma de la Trinidad estaban fuera de tono. Así, se confiscaron los libros de Servet y se advirtió que no visitara las ciudades protestantes. Ese mismo año, 1532, el Tribunal Supremo de la Inquisición Española inició una persecución contra Servet, incluso el mismo teólogo decía: “Se me perseguía por todas partes para ser arrastrado hasta la

muerte” (Servetus International Society 4). Por la situación tan tensa que vivía en Basilea en ese momento, se exilió a París y se cambió el nombre a Michel de Villeneuve.

En París, Servet estudió Matemáticas y Medicina. Allí se encuentra con el joven Juan Calvino, el cual tuvo que abandonar la ciudad y esconderse por haber escrito el discurso inaugural, de un marcado talante protestante, que el rector de la Universidad de París, Nicolás Cop, pronunció (Servetus International Society 5).

En 1535, Miguel Servet abandonó París y se dirigió a Lyon, allí consiguió un trabajo provisional como corrector de pruebas. En 1536 retomó sus estudios de Medicina en París. Más tarde, por el mismo año, se unió a Vesalio como ayudante de Hans Gunther para realizar disecciones. Gunther admiró el insuperable conocimiento sobre Galeno que tenía Servet. Por esa misma época, el erudito de Aragón comenzó a gestar su descubrimiento de la circulación pulmonar apoyado en las disecciones y en la observación (Servetus International Society 6). En 1538 tuvo problemas con el Parlamento de París y la Inquisición por mezclar astrología y medicina. Abandonó París al poco tiempo y en 1540 se convirtió en el médico de cabecera de Pierre Palmier, Arzobispo de Vienne. Durante su estancia en Vienne, continuó con su pasión de toda la vida, la teología. Allí preparó su obra teológica Magna, *Christianismi Restitutio* (Servetus International Society 7).

En 1546 inició la correspondencia secreta con Calvino que le llevaría a la muerte en la hoguera. Miguel Servet envió a Calvino un manuscrito de su obra *Christianismi Restitutio*, y Calvino le correspondió enviándole un ejemplar de su *Institutio Christianae Religionis*. Servet se lo regresó con anotaciones y críticas muy severas, un acto muy osado para la época teniendo en cuenta que se dirigía a uno de los líderes protestantes más importantes con el poder de llevarlo a la hoguera. Entre otras cosas, la osadía de Servet con Calvino y su carácter fuertemente crítico y opositor hicieron que la comunidad percibiera a Servet como un hombre arrogante y polémico (Bosmia et al. 318).

Una vez el aragonés publicó el *Restitutio* 1553, envió un ejemplar de anticipo a Ginebra. El texto incluía 30 de las cartas enviadas a Calvino. Después de un tiempo, Calvino reveló la identidad de Michel de Villeneuve a la Inquisición Católica de Vienne. Tras su arresto e interrogatorio, Servet consiguió escaparse de la cárcel y se dirigió al norte de Italia. Fue arrestado y juzgado por herejía en Ginebra, Suiza, ante los protestantes (Servetus International Society 8).

Finalmente, el ayuntamiento de Ginebra, azuzado por las declaraciones de Calvino sobre las blasfemias que Servet había escrito en su correspondencia

con él. Se le acusó de no aceptar la Trinidad y de no aprobar el bautizo. Muriendo entre las llamas, Servet gritó “Oh, Jesús, Hijo del Dios eterno, apiádate de mí” (Servetus International Society 8).

Meses más tarde, Servet fue ejecutado otra vez como un muñeco por la Inquisición de Francia. Aunque fue Calvino el autor intelectual de la acusación contra Servet, el que hizo la acusación formal ante el Tribunal fue Nicolás de la Fontaine, ya que las reglas que regulaban los actos criminales en Ginebra exigían que, en determinados casos de gravedad, también el querellante fuese encarcelado en espera del juicio (Servetus International Society 8).

Todo lo relacionado con la ejecución de Servet tiene fuertes implicaciones éticas. Por un lado, un análisis riguroso desde la óptica del Derecho, concluye que Juan Calvino queda como una persona que se saltó varias veces el conducto regular para la presentación de acusaciones ante el Tribunal, esto hace que el proceso por el que atravesó Servet tuviera aspectos irregulares teñidos de ilegalidad. De otro lado, tras la ejecución de Servet, Calvino queda como un intolerante que violó el derecho a la libertad de pensamiento y conciencia, sobre todo porque se empeñó en ver caer al buen aragonés y no le importó ejecutar su deseo traicionero de denunciarlo ante las autoridades de Vienne, solo porque las ideas de Servet sobre el cristianismo diferían de las suyas (Moreno y Gómez Rabal). No bastando con esto, hay una clara evidencia de que mientras Servet estuvo capturado en prisión, esperando su abrasador destino, se le trató indignamente. Como botón de muestra, se tienen los siguientes fragmentos de las cartas que Servet envió a las autoridades de Ginebra desde prisión: “Pueden ver que Calvino se encuentra en un punto muerto sin saber que decir y, para su regocijo, desea verme pudrir aquí en prisión. Los piojos se me comen vivo, mi ropa está raída y no tengo nada para cambiarme, ni una chaqueta ni una camisa” (Servetus International Society 13).

Y esta otra, un poco más triste:

Ilustres señores: Ya hace tres semanas que solicité una audiencia que todavía no me ha sido concedida. Les suplico, por amor a Jesucristo, que no me nieguen lo que ni negarían a un turco que buscara justicia. Tengo algunos asuntos importantes y necesarios que comunicarles. En cuanto a su orden de que se hiciera algo por mantenerme limpio, no se ha hecho nada y me encuentro en peores condiciones que antes. Además, a causa de un cólico y una hernia, el frío me perjudica enormemente, a la vez que me provoca otras dolencias que no me siento capaz de describir. Es una gran crueldad que no pueda ser escuchado ni para dar alivio a mis necesidades. Por el amor de Dios señores

míos, dicten su orden, ya sea por clemencia o por obligación (Servetus International Society 13).

Claramente Juan Calvino, el Tribunal de la Inquisición y las autoridades de Ginebra pasaron por encima de los derechos del buen aragonés. Esto convierte a la muerte de Miguel Servet en uno de los hechos más lamentables de la historia de la ciencia, siempre se le recordará como un hombre valiente de corazón y espíritu que defendió su derecho a pensar diferente hasta el último segundo de su vida.

4.2. El redescubrimiento de la circulación pulmonar: Servet

Cómo ya se dejó bastante claro en la sección anterior, la primera persona en describir con tino el proceso fisiológico del corazón en lo que atañe a la circulación menor fue Ibn al-Nafis en el siglo XIII, no obstante, este gran descubrimiento permaneció ignorado por el mundo Occidental y gran parte del mundo árabe (Marías & Entralgo 151-153). De hecho, existe evidencia que respalda la teoría de que Servet desconocía el trabajo realizado por Ibn al-Nafis al momento de realizar su propia obra (Bosmia et al. 321).

En el descubrimiento de Servet se aplica con total coherencia el principio dialéctico del método científico, el cual establece que la experimentación y la teoría deben corresponderse. Todos los argumentos anatómicos que presenta el aragonés se sustentan en las observaciones directas durante las disecciones que tanto realizó en la Universidad de París. No obstante, desde el punto de vista lógico-racional, hay ciertos detalles que deben estudiarse con mucho cuidado.

Todas las tesis del descubrimiento pueden resumirse como sigue. En primer lugar, la comunicación de la “*vena arteriosa*” (arteria pulmonar) y de la “*arteria venosa*” (vena pulmonar) se da en el seno de la sustancia pulmonar. Adicionalmente, el gran tamaño de la arteria pulmonar no tendría sentido si su única función fuera nutrir el pulmón. Por otro lado, se percató de que los pulmones se nutren de una manera distinta durante la vida fetal, además, de los pulmones pasa al corazón una “mezcla” de aire y sangre, por lo cual debe ser en los pulmones donde se mezclan las dos sustancias (Marías & Entralgo 151-152). Todo su descubrimiento se describe con total lucidez en su obra magna, *Chrstitianismi Restitutio*. No deja de ser llamativo que un descubrimiento que revolucionó el paradigma de la medicina hubiera visto la luz en un libro de teología avanzada, esto deja ver su mayor virtud como intelectual, la capacidad de apropiarse de ciencias naturales y humanas sin mucho contratiempo. Este hecho motiva la siguiente pregunta: ¿está el descubrimiento de Servet condicionado por la teología, su compañera inseparable de toda la vida?

Para responder esta pregunta se analizarán los argumentos del filósofo español Francisco José Reyes.

La primera razón por la que se puede atribuir el descubrimiento de la circulación menor a Servet es que el circuito de la sangre desde la parte derecha del corazón hasta la izquierda, supone el trasvase de la sangre desde las arterias hasta las venas. Servet dice que este trasvase es posible porque existe la comunicación entre vasos sanguíneos por anastomosis. Esta conclusión parte más de la especulación que de la observación por dos cosas:

- El hecho de que venas y arterias estén comunicadas no es causa suficiente para que exista un circuito de circulación entre el corazón y los pulmones (Reyes 99).
- La observación real de los vasos capilares que unen arterias y venas no se logró sino hasta 1660, más de un siglo después de la muerte de Servet (Reyes 99).

La segunda razón importante es que la sangre no llega al ventrículo derecho a través de unos poros en la pared ventricular sino por el circuito de circulación menor. Con la tecnología de la época, el médico aragonés no tenía cómo probar que la pared ventricular no era porosa, de hecho, en su *Restitutio* acepta que tal pared puede “resudar”, tratando de hacer referencia a la transpiración o a la filtración de la sangre (Reyes 100).

En el tercer argumento, el que se refiere al tamaño de la arteria pulmonar. Servet argüía que el tamaño considerable de la arteria de marras estaba relacionado con un flujo de sangre constante por el circuito menor, porque si su labor fuera solo transportar nutrientes al pulmón no sería tan grande. Francisco José Reyes (Reyes 101-102) sostiene que desde el punto de vista médico esta afirmación es escandalosa, pues supone algo necesario para el pensamiento, pero no evidente para la materia, pues desde un punto de vista argumentativo no se pueden correlacionar directamente el tamaño de un objeto y las funciones que desempeña.

Al parecer, la presencia del descubrimiento de la circulación menor en un texto de teología tiene su explicación, máxime si se le echa un vistazo a la obra completa del hereje virtuoso. La intención de Servet, más que dar a conocer su descubrimiento en medicina, era fortalecer la argumentación teológica sobre la Trinidad, pues el objetivo fundamental de la respiración, según el aragonés, era la asimilación del Espíritu de Dios por parte de los hombres. El hombre inflama el alma, que se identifica en la biblia con la sangre, a través del aliento de Cristo y el aire al respirar. Así las cosas, la circulación pulmonar puede considerarse como fundamental en la visión servetiana del hombre pues la

sangre se vivifica con la sustancia divina adquirida en la respiración por medio de la circulación menor, es decir, es el mecanismo por el cual el alma permanece limpia (Reyes 106).

Las palabras del mismo Servet dejan claro que su intención es humanizar, por decirlo de alguna manera, la concepción metafísica de Dios al poner de manifiesto que su espíritu inunda al hombre durante un proceso material como la respiración. Aquí sus palabras:

Sobre este tema debe primero entenderse la importante creación del espíritu vital, compuesto de una sangre ligera alimentada por el aire inspirado. El espíritu vital tiene su propio origen en el ventrículo izquierdo del corazón, y los pulmones tienen un papel importante en su desarrollo. Se trata de un espíritu enrarecido, producido por la fuerza del calor, de color amarillo rojizo (flavo) y de potencia igual a la del fuego. De manera que es una especie de vapor de sangre muy pura que contiene en sí misma las sustancias del agua, aire y fuego. Se genera en los pulmones a partir de una mezcla de aire inspirado con la sangre elaborada y ligera que el ventrículo derecho del corazón comunica con el izquierdo. Sin embargo, esta comunicación no se realiza a través de la pared central del corazón, como comúnmente se cree, sino que, a través de un sistema muy ingenioso, la sangre fluye durante un largo recorrido a través de los pulmones. Elaborada por los pulmones, adquiere el tono amarillo rojizo y se vierte desde la arteria pulmonar hasta la vena pulmonar. Entonces, una vez en la vena pulmonar, se mezcla con aire inspirado y a través de la expiración se libera de sus impurezas. Así, completamente mezclada y preparada correctamente para la producción del espíritu vital, es impulsada desde el ventrículo izquierdo del corazón por medio de la diástole (Servetus International Society 33).

Este pasaje muestra la explicación del circuito menor, y debe aclararse que el término “espíritu vital” hace referencia al espíritu que limpia tanto el cuerpo como el alma, el espíritu de Dios propiamente dicho. El solo hecho de que el descubrimiento de Servet tenga dos propósitos aparentes, la ratificación de su teoría sobre la Trinidad y un avance notable en fisiología, ya da pie para un discernimiento importante en materia de ideas tempranas de complejidad, pues uno de los pilares del pensamiento complejo es la construcción de argumentos con el consorcio de las ciencias naturales y humanas. La inclusión de su descubrimiento en su obra teológica más importante también tiene un trasfondo conciliador, pues trató de establecer una conexión directa entre la ciencia y la religión, no obstante, se sabe bien que esto no es posible a la luz del método científico por el dogmatismo inherente a la segunda.

Como comentario final, es preciso defender el genio de Servet con su descubrimiento, pues, aunque existan argumentos que ponen su descubrimiento

al nivel de una especulación, debe aclararse que los éxitos explicativos de su teoría, si bien no podían demostrarse por limitaciones tecnológicas, obedecen sin ningún tipo de discusión al ejercicio de la abducción, una forma de razonamiento que esclarece la generalidad a partir de la particularidad, muy común en detectives y médicos. No se debe olvidar que la capacidad de abducción es propia de intelectos geniales.

4.3. La historia del médico Noble

Nació en Folkestone, un pequeño pueblo pesquero en el Canal de Inglaterra con mucha historia, suficientemente antiguo como para tener referencias desde los tiempos del Imperio Romano. Su padre, Thomas Harvey, fue un hombre de negocios exitoso. En 1586 Thomas se convierte en Concejal de Folkestone y en 1600 en Alcalde. En 1577 se casa con Joane Hawke, con quien tiene nueve hijos, el primogénito era William Harvey, quien nació en 1578 (Shackelford 12). Toda su vida estuvo acompañada de prosperidad económica e influencia social, por eso el apelativo: El médico Noble.

El pequeño William comenzó su educación en *Mr Johnson's School*, y más tarde, en 1588, ingresa al *King's Grammar School* en Canterbury. Allí aprende latín con propiedad, un paso importante ya que esta era la lengua de la ciencia en el Renacimiento. Por la época, la educación era un privilegio de pocos, solo podían acceder a ella los jóvenes de clase media-alta y los apadrinados por la iglesia. De sus hermanos varones, fue el único que recibió educación de alta calidad, todos ellos entraron al servicio de la Corte del Rey James I como lacayos. William termina la escuela a los 15 años (Shackelford 12-14).

En el siglo XVI había dos universidades en Inglaterra, hoy ambas son de las mejores del mundo: Cambridge y Oxford. Ninguna de las dos universidades tenía programas reconocidos de medicina por ese entonces, de hecho, si se les comparaba con las universidades de élite en medicina, la Universidad de París o la Universidad de Padua, el programa de medicina en Inglaterra era harto mediocre, no obstante, *el Goniville and Caius College* de Cambridge era lo mejor que ofrecía para la época. Por su buen perfil de intelectual y la influencia de su padre, fue galardonado con la beca *Matthew Parker* en medicina, comenzando en el *Goniville and Caius College* en 1593, allí pasará 6 años de su vida aprendiendo los fundamentos de la medicina (Shackelford 16).

Al final del siglo XVI, las mallas curriculares de las carreras profesionales de la Universidad de Cambridge eran, básicamente, medievales. Harvey debió estudiar las artes liberales, moral, política y filosofía natural. Para prepararse para los estudios avanzados en medicina, los pupilos debían dominar astro-

nomía y astrología, pues por la época se creía que la salud dependía de la configuración de los planetas en el firmamento (Shackelford 23). Después de pasar 4 años estudiando el conocimiento clásico, en 1597 comienza con su formación en medicina, que incluía la medicina medieval, especialmente la árabe, y la medicina clásica con el corpus hipocrático-galénico.

A finales de 1599, Harvey deja Cambridge y viaja al norte de Italia a depurar sus conocimientos en medicina. La Universidad de Padua no tenía igual en clínica y anatomía en aquel tiempo, allí se forma en las técnicas de disección y vivisección, los dos procedimientos que posibilitaron los descubrimientos en fisiología del médico inglés años más tarde (Shackelford 27). Durante la estancia en Padua, Harvey no desaprovechó la oportunidad de asistir a los cursos de Galileo Galilei, quien por ese entonces era catedrático de la universidad de marra. Harvey estuvo presente en las disertaciones sobre la esfera y en el curso de geometría euclidiana. Es muy probable que el encuentro con Galileo y su particular forma de comprender el universo fuera influyente en la línea de pensamiento que adoptaría Harvey y que lo ayudaría a la postre a realizar sus descubrimientos en fisiología (De Micheli 234).

En 1602 se gradúa como *Medicinae Doctor* en la Universidad de Padua. Dos años más tarde, en 1604, se casa con Elizabeth Browne, de la cual no se sabe mucho. Ese mismo año recibe la licencia de médico por parte del *College of Physician* (Shackelford 33).

En la primera década del siglo XVII, la carrera de William Harvey ascendió rápidamente, en 1607 se convirtió en un miembro del *Royal College of Physicians*. Como miembro de esta institución, Harvey gozó de un estatus social elevado, especialmente en Londres donde comenzó a tratar pacientes poderosos y adinerados (Shackelford 34). En 1609 es nombrado como Médico del *St. Bartholomew's* en Londres, durante su estancia tiene tiempo para hacer investigaciones más profundas en anatomía. En 1615 entra a formar parte de las *Lumley Lectures*, da su primera conferencia en 1616. En 1618 es nombrado como Médico Extraordinario por el Rey James I, y tras varios años de arduo trabajo publica su *Anatomical Exercise on the motion of the Heart and Blood* en 1628, es en este texto donde Harvey muestra todo lo atinente a la circulación de la sangre, incluyendo pormenores de la circulación menor y mayor (Shackelford 44). En 1651 publica su *On the generation of Animals*, un texto que refresca las ideas de Aristóteles. Finalmente, el gran médico de Folkestone muere en 1657 debido a un accidente cerebro-vascular (Shackelford 44).

Como se puede observar, la vida de Harvey no tuvo mayores contratiempos, en general siempre tuvo buen estatus social, nunca le faltó el dinero y durante

el ejercicio de la medicina tuvo un ascenso rápido y constante. Esto contrasta con la vida del brillantísimo hereje Miguel Servet, cuya vida, como se dejó claro unas cuantas páginas arriba, estuvo llena de persecuciones y traición.

4.4. Anatomía y fisiología de Harvey

Hablar del gran aporte a la ciencia de William Harvey es, en lo básico, hablar de su obra, *Anatomical Exercise on the motion of the Heart and Blood*, considerada una de las obras más importantes en la historia de la medicina y la carta de presentación de Harvey como pionero en el paradigma moderno de la medicina (Shackelford 45-50). Harvey tuvo que arreglárselas para eludir el gigantesco obstáculo epistemológico que interpuso la doctrina hipocrático-galénica en su camino, un obstáculo que solo algunos de los médicos islámicos rodearon parcialmente (Escobar Gónima 201-202). Cuando una idea nueva surge, si no se concibe en la mente altiva e irreverente de un pensador genial, rápidamente se debilita y cae en el olvido debido al rechazo generalizado que el paradigma científico actual ejerce sobre ella. Así las cosas, la virtud del buen científico está en saber sortear los obstáculos epistemológicos y defender sus ideas a capa y espada.

En el corpus galénico el alimento luego de pasar por el estómago y el intestino llega al hígado y se transforma en sangre, la cual se transporta por las venas por el cuerpo para convertirse en sustancia viva. Otra porción de la sangre del hígado se lleva al compartimiento izquierdo del corazón, de allí pasa al compartimiento derecho a través de unos supuestos poros invisibles en el tabique central del corazón, finalmente el calor innato convierte esta sangre en espíritu que se mezcla con el aire, proveniente de los pulmones, y se lleva a todo el cuerpo por medio de la aorta (Escobar Gónima 203-304). Este esquema de circulación considera que la sangre se forma a partir del alimento indefinidamente, y como el circuito no tiene salidas, se tendría que dar lugar a una acumulación de sangre en el organismo. Al respecto, William Harvey concluye lo siguiente a partir de un estudio muy detallado de la anatomía del corazón y de los vasos sanguíneos, además de la medición del pulso del hombre y de cuarenta especies de animales:

Si se supone que el ventrículo izquierdo alojara únicamente dos onzas de sangre, y que la frecuencia del pulso fuera de 72 por minuto, en una hora dicho ventrículo habría inyectado en la aorta aproximadamente 540 libras de sangre. Pero los animales tienen, cuando mucho, unas cuantas libras de sangre en el cuerpo; habría que preguntarse, entonces, de dónde provenía esa sangre y adónde iba (De Micheli 235).

La claridad del pasaje demuestra que el médico inglés realizó una serie de experimentos sistemáticos y además utilizó su capacidad de deducción para formularse una pregunta que direccionaría sus investigaciones. Por otro lado, la conclusión de Harvey es completamente coherente a la luz del principio de conservación de la masa, no obstante, por tratarse de un caso particular, las observaciones de Harvey aún estaban lejos de tal principio (Pasipoularides 3176-3177). De todas formas, no sorprendería que el trabajo experimental de Harvey fuera sugerente para Lavoisier y Lomonósov, ambos elaboradores del principio de conservación de la masa de manera independiente en el siglo XVIII.

Después de realizar su juiciosa experimentación, Harvey notó en primera instancia que el corazón se endurecía al contraerse y al mismo tiempo las arterias se expandían, este hecho lo llevó a concluir que la sangre era bombeada por el corazón hacia las arterias. En su trabajo, Harvey describe con mucho rigor la circulación de la sangre desde un punto de vista mecánico y dinámico (De Micheli 234-236; Pasipoularides 3173-3182).

El proceso fisiológico del corazón, según Harvey, puede describirse de la siguiente manera: primero, la sangre contaminada viene de todas las partes del cuerpo a través de la vena cava inferior y la vena cava superior hasta el ventrículo derecho del corazón. Allí se bombea la sangre por medio de la vena arteriosa (hoy conocida como arteria pulmonar) hacia los pulmones, allí la sangre se limpia por la acción del aire inhalado y regresa al ventrículo izquierdo del corazón a través de las arterias venosas (hoy conocidas como venas pulmonares). Una vez en el ventrículo izquierdo, la sangre limpia se bombea a través de la arteria aorta hacia todas las partes del organismo (Shackelford 45-69; Escobar Gónima 203 ; De Micheli 235; Harvey 40-45). La fisiología del corazón que propuso Harvey prácticamente es la que hoy está científicamente aceptada, salvo por el hecho de que, como bien se sabe hoy, el corazón humano está dividido en 4 compartimientos y no en dos como se creía, debido a la herencia galénica, por aquel entonces. Los 4 compartimientos son dos aurículas, responsables de la recepción de la sangre, y dos ventrículos, responsables del bombeo como tal. También faltó elucidar lo atinente al intercambio gaseoso que sucede en los pulmones. La estocada final la dio Lavoisier, alrededor de un siglo más tarde, con sus estudios sobre la respiración en animales (Wilkinson 253-254). Por otro lado, existe un punto del modelo circulatorio de Harvey que en la actualidad está siendo debatido, se trata de la suposición de que los vasos sanguíneos son pasivos en lo que respecta al bombeo y a la distribución de la sangre, en el modelo de Harvey estas tareas concernían solo al corazón. Recientemente, evidencia teórica y experimental sugiere que el sistema arterial sería activo y colaboraría con la

función de conducir, distribuir y amplificar la presión durante una etapa de la contracción ventricular, esta participación arterial justificaría, sobre todo, el hecho de que la sangre llegue a todos los sistemas capilares en el cuerpo; se estaría ante una extensión del modelo circulatorio de Harvey (Schaafsma 589-592). A este punto queda demostrada la vigencia de la fisiología del gran médico inglés y cómo se ha convertido al pasar de los años en un modelo base para investigaciones en medicina que no paran de revelar que los sistemas orgánicos poseen una biocomplejidad fascinante que parece no tener final.

Además de su trabajo en la circulación de la sangre, Harvey publicó el tratado *On the generation of Animals*, donde desarrolla un discurso lleno de contrastes, pues si bien en algunos pasajes argumenta como un científico moderno, en otros deja ver al típico pensador pre-científico del Renacimiento (De Micheli 236). En este tratado, Harvey sostiene que “un huevo es el origen común de todos los animales”, construyendo una embriología epigenética de los animales superiores. Su embriología refrescó las ideas aristotélicas y se opuso al preformacionismo. Lo más llamativo del tratado es la vinculación del contagio de las enfermedades con la generación de algo viviente, lo que puede ser un primer acercamiento a una teoría de las infecciones por microorganismos (De Micheli 236; Imbert 37-44).

5. CONCLUSIONES

El descubrimiento de la circulación pulmonar no solo fue un gran acierto científico para la medicina sino un cambio de paradigma que rompe el esquema hipocrático-galénico que se había convertido en un obstáculo epistemológico hasta muy avanzada la Edad Media. Por el hecho de revolucionar el pensamiento en su momento, este descubrimiento puede entenderse como un acontecimiento clave en la evolución de las ciencias naturales, teniendo en cuenta que sentó una base teórica sobre la cual hoy se sigue investigando con hallazgos cada vez más desafiantes para científicos de muchas áreas del conocimiento.

Por el aporte claro y contundente que este descubrimiento realizó al reconocimiento del cuerpo humano, y en general de los organismos vivos, como sistemas altamente complejos, además de los indicios de conceptos como emergencia y sincronización entendidos en el marco de la auto-organización espacio-temporal de los sistemas circulatorio y respiratorio, es posible sugerir que la construcción de una historia remota de las ideas generatrices de las

ciencias de la complejidad tome como punto de partida el descubrimiento de la circulación menor de la sangre en toda su extensión temporal.

Por su parte, el tenor conciliador entre ciencia y fe con el que dos de sus actores principales, Servet e Ibn al-Nafis, presentaron el descubrimiento es un claro ejemplo de cómo en el seno de un ambiente transdisciplinar se cuecen ideas sin par. Si bien la ciencia y la religión son inconciliables, entre otras cosas porque la religión tiene un fundamento dogmático que es inaceptable a la luz del método científico, los intentos de Servet e Ibn al-Nafis pueden refrescarse ideológicamente al día de hoy y entenderlos como una invitación a hacer más ciencias naturales con humanidades, tesis totalmente defendida por las ciencias de la complejidad y que constituye la única vía para desarrollar el pensamiento complejo.

TRABAJOS CITADOS

Abdel-Halim, Rabie El-Said. "The Role of Ibn Sina (Avicenna)'s Medical Poem in the Transmission of Medical Knowledge to Medieval Europe." *Urology annals* 6.1 (2014): 1–12.

Al-Ghazal, Sharif Kaf. "Foundation for Science Technology and Civilisation." *Ibn al-Nafis and the discovery of the pulmonary circulation* Apr. 2007: 1–7.

Bartolomé, Rosana, and Alfredo Marcos. *Aristóteles: Obra Biológica (Traducción de Los Tratados De Partibus Animalium, De Motu Animalium Y De Incessu Animalium)*. Madrid: Luarna, 2010.

Bosmia, Anand et al. "Michael Servetus (1511-1553): Physician and Heretic Who Described the Pulmonary Circulation." *International Journal of Cardiology* 167.2 (2013): 318–321.

Cameron Gruner, O. *The Canon of Medicine of Avicenna*. first. New York: AMS Press, 1973.

de la Fuente Freyre, José Antonio. *La Biología En La Antigüedad Y La Edad Media*. Salamanca: Universidad de Salamanca, 2002.

de la Rosa García, Laura Nuño. "Historia Filosófica de La Idea de Forma Orgánica: Del Hilemorfismo Aristotélico a La Microanatomía Celular." Universidad Complutense de Madrid, 2005.

De Micheli, Alfredo. "William Harvey Y Los Inicios de La Ciencia Médica Moderna." *Historia y filosofía de la Medicina* 141.3 (2005): 233–237.

- Escobar Gónima, Carlos. "William Harvey: La Circulación Sanguínea Y Algunos de Sus Obstáculos Epistemológicos." *IATREIA* 19.2 (2006): 199–205.
- Gould, Stephen Jay. *La Falsa Medida Del Hombre*. Barcelona: Drakontos Bolsillo, 2011.
- Haddad, S I, and A A Khairallah. "A Forgotten Chapter in the History of the Circulation of the Blood." *Annals of surgery* 104.1 (1936): 1–8.
- Harvey, William. *The Works of Willliam Harvey, M.D.* London: Sydenham Society, 1847.
- Imbert, José Luis. "Historia de La Infección Y Del Contagio." *Elementos* 3.20 (1994): 37–44.
- Maldonado, Carlos Eduardo. *Ciencias de La Complejidad: Ciencias de Los Cambios Súbitos*. Bogotá D. C.: N.p., 2004.
- Maldonado, Carlos Eduardo, and Gómez. Nelson Alfonso. *El Mundo de Las Ciencias de La Complejidad: Un Estado Del Arte*. Bogotá D. C: Universidad del Rosario, 2010.
- Marcos, Alfredo. "Biocomplejidad." *Jornada Sobre Complejidad*. Bogotá D. C: Universidad del Rosario, 2009.
- _____. "Invitación a La Biología de Aristóteles." *Thémata. Revista de Filosofía* 20 (1998): 25–48.
- Marías, Julián, and Laín P. Entralgo. *Historia de La Filosofía Y de La Ciencia*. Madrid: Ediciones Guadarrama, 1964.
- Mavrodi, Alexandra, and George Paraskevas. "Morphology of the Heart Associated with Its Function as Conceived by Ancient Greeks." *International Journal of Cardiology* 172.1 (2014): 23–28.
- Moreno, Doris, and Ana Gómez Rabal. "Juicios Inquisitoriales." *Miguel Servet. Los Valores de Un Hereje. Un Aragonés Universal, Que Luchó Y Murió Por La Libertad de Conciencia*. Aragpon: Heraldo de Aragón, 2013. 57–68.
- Nicolis, G., and I. Prigogine. *Self-Organization in Non-Equilibrium Systems*. New York: John Wiley & Sons, 1977.
- Pasipoularides, Ares. "Greek Underpinnings to His Methodology in Unraveling de Motu Cordis and What Harvey Has to Teach Us Still Today." *International Journal of Cardiology* 168.4 (2013): 3173–3182.

- Reyes, Francisco José. "La Circulación Pulmonar En Servet." *Estudios Sobre Servet*. Zaragoza: I.E.S. Miguel Servet, 2004. 95–110.
- Romero, Andrés et al. "Galeno de Pérgamo: Pionero En La Historia de La Ciencia Que Introduce Los Fundamentos Científicos de La Medicina." *Anales Médicos* 56.4 (2011): 218–225.
- Sagan, Carl. *Los Dragones Del Eden: Especulaciones Sobre La Evolución de La Inteligencia Humana*. México D. F.: Grijalbo, 1984.
- Schaafsma, A. "Harvey with a Modern Twist: How and Why Conducting Arteries Amplify the Pressure Wave Originating from the Heart." *Medical Hypotheses* 82.5 (2014): 589–594.
- Serna, Horacio, and Carlos Eduardo Sierra. "Revista de Historia." *El Canon de Avicena como un precursor de la primera ley de la termodinámica* Nov. 2015: 1.
- Servetus International Society. "Servetus.org." *Biografía de Miguel Servet*. N.p., 2013. Web. 12 Nov. 2014.
- Shackelford, Jole. *William Harvey and the Mechanics of the Heart*. New York: Oxford University Press, 2003.
- Shuttleworth, Martyn. "Explorable Psychology Experiments." *Islamic Scholars and Biology*. 2011. Web. 7 Jan. 2014.
- Sierra, Carlos Eduardo. *Orígenes, Evolución Y Consolidación Del Principio de Conservación de La Energía*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas, 2012.
- Sierra, Carlos Eduardo, and Sergio Nestor Osorio. *Historia Y Filosofía de La Ciencia: Antecedentes Epistemológicos E Históricos Para Comprender El Surgimiento de La Bioética Global*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, 2011.
- Turing, Alan. "The Chemical Basis of Morphogenesis." *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences* 237.641 (1952): 37–72.
- Wilkinson, David J. "The Contributions of Lavoisier, Scheele and Priestley to the Early Understanding of Respiratory Physiology in the Eighteenth Century." *Resuscitation* 61.3 (2004): 249–255.
- Yarmohammadi, Hassan et al. "Al-Akhawayni's Description of Pulmonary Circulation." *International Journal of Cardiology* 168.3 (2013): 1819–1821.