

E S T U D I O S

EL SIGNIFICADO HISTORICO DEL
DESCUBRIMIENTO DE LA
CIRCULACION MENOR

Josep Lluís Barona Vilar

Pocos temas han despertado un interés historiográfico tan amplio y han merecido un lugar incuestionable en los manuales y tratados de historia de la medicina como el descubrimiento de la circulación de la sangre (1). Entre ellos, la mayor parte de la literatura ha estado consagrada a William Harvey y a la importancia histórica del descubrimiento de la circulación mayor, pero una parte significativa se ha ocupado también específicamente de analizar el descubrimiento de la circulación pulmonar (2). Tanto es así que el descubrimiento de la circulación menor no puede presentarse en la actualidad como un tema original o que esté en proceso de discusión. Por consiguiente, sólo una minuciosa revisión de la perspectiva general que sobre el tema nos ofrece la historiografía nos permitirá justificar la oportunidad de un nuevo acercamiento, como el presente, que pueda aportar alguna novedad a lo ya conocido.

Entre los historiadores de la medicina actuales sospecho que predomina la idea de que el significado histórico del descubrimiento de la circulación menor se encuentra perfectamente evaluado por la abundante bibliografía consagrada al tema en su conjunto o a los personajes que intervinieron en el descubrimiento. Me inclino a pensar así, por el hecho de que los manuales al uso ofrecen una valoración ecuaníme al respecto. Pero además hay que añadir como dato significativo que una revisión cronológica de la bibliografía refleja un llamativo descenso de trabajos de investigación sobre el tema prácticamente desde finales de la década de los años sesenta. Es decir, hace un cuarto de siglo que el tema ha dejado de in-

teresar. Será, por consiguiente, oportuno que analicemos brevemente el estado actual de nuestros conocimientos sobre la significación histórica del descubrimiento de la circulación pulmonar y las aportaciones más significativas.

a) *El descubrimiento de la circulación menor en la historiografía*

La erudición bio-bibliográfica tradicional ha dado cuenta ampliamente del descubrimiento de la circulación pulmonar y lo ha hecho desde un doble perspectiva: la que se deriva de una historia biográfica de 'grandes figuras' y la que se desprende de una perspectiva nacionalista basada en la reivindicación de prioridades (3). Se puede decir que la erudición tradicional se interesó ampliamente por el *acontecimiento histórico* del descubrimiento de la circulación menor, como una de las grandes novedades de la anatomía-fisiología del siglo XVI, que sirvió para poner en cuestión la perfección inmutable de la imagen galénica del cuerpo humano. Su aportación consistió básicamente en situar cronológicamente los hechos e identificar a sus protagonistas principales. Sin embargo, el enfoque tradicional —que podemos hacer extensivo hasta los trabajos de principios del siglo XX— adoleció de una cierta superficialidad como construcción histórica y no acertó a plantear el tema en los términos de un debate histórico con una sólida fundamentación heurística.

El panorama comenzó a cambiar en los trabajos que se suceden a partir de los años 1930, a pesar de que algunos sigan conservando reminiscencias nacionalistas manifestadas a través de sutiles referencias a las prioridades o eludiendo la mención a autores significativos. Desde esa época y durante tres décadas, algunas de las principales revistas internacionales de historia de la medicina han recogido las aportaciones de conocidos historiadores de la medicina, que se interesaron en su investigación por el significado histórico del descubrimiento de la circulación pulmonar (4). Obviamente, muchos de ellos tenían en la historia de la anatomía su principal campo de interés (5). Posiblemente su peso intelectual influyó considerablemente en la historiografía posterior, que con su silencio ha querido conservar el tema donde este importante grupo de historiadores lo dejó. Conviene sintetizar a continuación las características fundamentales de la historiografía de esos años y las contribuciones que se hicieron al tema que nos ocupa.

Tal vez el aspecto más destacable de los principales trabajos publicados entre 1930 y 1960 es la superación de las disputas localistas, la rigurosidad metodológica y el excelente conocimiento de las fuentes y de su crítica. Hay que reconocer que buena parte del interés demostrado por la significación histórica del descubrimiento de la circulación menor se debe a un factor de erudición que le dio un impulso considerable: la aparición del médico egipcio Ibn-an Nafis (1210-1288) en el panorama historiográfico como primer rectificador de las ideas sustentadas por el galenismo. Sus textos relativos a la circulación pulmonar fueron de inmediato publicados en alemán por Meyerhof (6) y vertidos al inglés por Bittar (7). Esa es la razón por la cual una parte significativa de los trabajos consagrados al descubrimiento de la circulación pulmonar se ocupó de analizar la obra científica de Ibn-an Nafis, su descripción de la circulación menor y la posibilidad de que su obra llegará a ser conocida en Occidente (8).

Los trabajos de Meyerhof (9) y de Temkin (10) pusieron de relieve la escasa probabilidad de que tanto Servet como Colombo conocieran la obra médica del médico de Damasco y, en particular, su descripción de la circulación menor. Ateniéndose a una minuciosa comparación de los textos de Ibn-an Nafis y Servet, Temkin concluyó que no había existido influencia alguna. Se basaba sobre todo en el hecho de que el médico árabe negaba explícitamente la existencia de poros en el septo interventricular y en el papel que otorgaba a los pulmones, ya que consideraba que la sangre se filtra a través de las paredes de la arteria pulmonar, pasa a los pulmones donde se mezcla con aire y después se filtra a la vena pulmonar. Servet, en cambio, creía que la sangre pasa desde la arteria pulmonar a la vena pulmonar a través de unas anastomosis intermedias.

No obstante, la difusión o no en ciertos sectores científicos de Occidente de las ideas anatómicas de Ibn-an Nafis seguía siendo algo pendiente de dilucidar y diversos historiadores se volcaron en la búsqueda de nuevos datos. El principal elemento que incitaba a la duda era debido al hecho de que algunos textos de Ibn-an Nafis habían sido vertidos al latín en Venecia y publicados en 1547. Dado que no se trataba de aquellos fragmentos que hacen referencia a la descripción de la circulación pulmonar, quedaba descartada su amplia difusión, pero persistía la duda de si el traductor, un médico llamado Andrea Alpago, conocía bien la obra de Ibn-an Nafis y pudo haber transmitido verbal o epistolarmente la información a ciertos sectores médicos italianos. Caso de que así hubiera sido, la noticia podría hipotéticamente haber llegado a Colombo —piénsese en la estrecha relación existente entre los círculos científicos de Venecia y Padua—, pero no a Ser-

vet (11). Máxime, si tenemos en cuenta que el aragonés había enviado ya un manuscrito de su obra *Christianismi Restitutio* a Calvino en 1546 y todo parece indicar que ya por esa época hacía referencia a la idea de la circulación (12). Coppola indagó con toda minuciosidad a través de una abundante documentación de archivo la posibilidad de que Andrea Alpago o incluso su sobrino Paolo Alpago coincidieran en alguna ocasión con Colombo y pudieran haberse convertido en el vehículo transmisor de las ideas del médico árabe, pero la falta de pruebas concretas hace que su indagación se asemeje a un relato de intriga con un final lleno de ambigüedades e incertidumbres. Con independencia de que las ideas de Nafis llegaran o no a Colombo, lo cierto es que nadie ha podido establecer pruebas de una relación directa entre Alpago y Colombo, que constituyan una hipótesis histórica verosímil (13).

Otro aspecto que ha puesto de relieve la historiografía sobre el descubrimiento de la circulación pulmonar es la absoluta independencia de los descubrimientos de Servet y Colombo. Los trabajos de Capparoni (14) y Coppola (15) permiten afirmar con cierta seguridad que Valverdè y Colombo no conocieron la obra impresa de Servet. A éste último se han consagrado un buen número de trabajos que han dado luz sobre la significación de su descripción (16). Con toda probabilidad, la principal intención de Servet no era otra que la de desmentir a Galeno, quien, en opinión del aragonés, no había sabido ver que la sangre se airea en los pulmones y no en el corazón. Para demostrarlo aportaba observaciones importantes desde el punto de vista anatómico:

1. Que el septo interventricular es impermeable y, por consiguiente, no permite el paso de la sangre venosa desde el ventrículo derecho al izquierdo.
2. Que la arteria pulmonar es demasiado gruesa y voluminosa para desempeñar exclusivamente la función de nutrir los pulmones, tal y como defendían los galenistas.
3. Que la mezcla del aire con la sangre se verifica en los pulmones y no en el corazón.

La extrañeza que pudo causar el hecho de que Servet discuta cuestiones anatomo-fisiológicas en un libro de teología pierde cierto sentido si tenemos en cuenta que Servet era un hombre integrado plenamente en la cultura del Renacimiento y, en cuanto tal, su pensamiento poseía una perfecta coherencia intelectual: compartía la idea de una cohesión interna y una unidad de todo cuanto existe en el mundo, lo que a menudo llevaba a

pretender armonizar todos los sistemas de pensamiento, el religioso, el filosófico y el científico.

Bainton considera relevante para el descubrimiento de Servet la discusión del problema candente de la salvación personal (17). Su argumento se basa en que la salvación conlleva la definición de un alma, la cual habría sido otorgada por Dios al hombre según las Escrituras a través de *un soplo*, es decir, por la respiración. En ese sentido se puede entender la respiración como purificación/aireación de la sangre y así cobra interés la idea contraria al galenismo de que el alma no está en el corazón o en el cerebro, sino en la sangre, y a través de ella se dispersa y distribuye a todas las partes del cuerpo.

Como quiera que sea, por razones de sobra conocidas, las ideas fisiológicas de Servet apenas tuvieron difusión (18) y en base a todo lo dicho anteriormente, cabe concluir que la descripción de la circulación pulmonar que tuvo verdadera repercusión en todo Occidente fue la realizada por los anatomistas Valverde y Colombo en 1556 y 1559 respectivamente. Una revisión exhaustiva de los tratados y demás obras de anatomía publicadas con anterioridad a esas fechas nos permiten confirmar con absoluta certeza que todas ellas siguen fieles a las ideas de Galeno.

Llegados a este punto, se suscita de inmediato la siguiente cuestión: ¿cuál era la posición de quien ha sido consagrado por la historiografía como gran figura de la anatomía del siglo XVI, Andrés Vesalio? ¿Pudo desempeñar algún papel en el descubrimiento? La respuesta —de todos conocida— es contundente: *no*. Pero conviene introducir algunas matizaciones de interés, porque las relaciones de Vesalio con los círculos de París y de Padua dan relieve también a su posición en este asunto. En la edición princeps de su tratado anatómico *De humani corporis fabrica, libri septem* (1543), Vesalio seguía fielmente las ideas de Galeno salvo en la expresión de una *cierta duda* acerca de la permeabilidad del septo interventricular. No obstante, se mostraba conforme con las ideas de Galeno en el sentido de que la sangre “fluye a través del tabique desde el ventrículo derecho al izquierdo” (19). Sin embargo, hay que sospechar que algo empezó a suceder a su alrededor, ya que su posición al respecto es mucho menos clara en la segunda edición de la obra, aparecida en 1555. La cita que acabamos de hacer se ha sustituido por un “se piensa que la sangre fluye a través del tabique...” (20), pero además Vesalio señala que él no es capaz de ver por dónde pasa la sangre (21).

Si trazamos, pues, la cronología del descubrimiento, vemos que en 1553 Servet realiza una primera descripción que apenas trasciende. Dos

años después Vesalio rectifica su texto original y expresa su imposibilidad de demostrar por dónde se filtra la sangre. Un año más tarde, Valverde publica su tratado anatómico en el que niega explícitamente la permeabilidad del tabique (22) y describe el tránsito de la sangre a través de la arteria pulmonar y su regreso al corazón por la vena pulmonar. En su descripción, Valverde se considera el primero en describir dicho tránsito y afirma haberlo comprobado muchas veces en las disecciones practicadas junto a Colombo (23). Tres años más tardes, en 1559, Colombo reitera la descripción (24). Ambos desmienten con sus experiencias la idea tradicional de que por la vena pulmonar sólo circula aire y la describen llena de sangre (25).

Dicho esto, queda aún por aclarar otro aspecto significativo, el que todos los protagonistas anteriormente mencionados se hallaban vinculados al ambiente científico de dos importantes escuelas anatómicas europeas: las universidades de Padua y París. En París, bajo el magisterio de Günter von Andernach se habían formado Vesalio y Servet, y sin embargo de los escritos del maestro no se deduce ninguna referencia explícita a la circulación pulmonar (26). Tras la llegada de Vesalio a Padua, conocida es su estrecha colaboración y amistad inicial con Realdo Colombo y la posterior ruptura y enemistad manifiesta (27). La ausencia de una referencia a la circulación pulmonar en Vesalio y la posterior descripción de Valverde y Colombo permiten extraer dos conclusiones: a) que el hallazgo anatómico fue posterior a esa ruptura entre Vesalio y Colombo, y b) que Valverde y Colombo pudieron utilizar la descripción anatómica de la circulación como un elemento de crítica y desprestigio contra Vesalio, que había desconocido el trascendental hallazgo. Ello explicaría la sutil rectificación de Vesalio en la segunda edición de su obra, sin llegar a aceptar su error.

Al comparar los distintos aspectos que componen la idea de la circulación pulmonar en Valverde y en Colombo, Coppola atribuye al primero dos objetivos fundamentales: demostrar que el septo o tabique interventricular es impermeable y que la vena pulmonar contiene la sangre que regresa al corazón desde los pulmones (28). Considera, sin embargo, que Colombo aportaba otros tres aspectos importantes: la idea de que la masa muscular del corazón posee un aporte específico de sangre arterial para su mantenimiento; la perfecta comprensión del papel desempeñado por las válvulas cardíacas para impedir el retorno de la sangre una vez expulsada y la idea de que no es posible que los pulmones no reciban sangre arterial como todas las demás partes del cuerpo.

Con lo anterior, vemos que la historiografía ha trazado —hasta donde era posible— las circunstancias del descubrimiento, sus antecedentes y las

posibles influencias mutuas de sus principales protagonistas. No es el momento éste de entrar en mayores detalles, que pueden rescatarse de la literatura publicada. Sin embargo, dar por zanjado el tema en este punto parece una renuncia historiográfica difícilmente explicable. Recapacitemos un poco sobre el tratamiento que ha tenido el descubrimiento de la circulación pulmonar y comprobaremos que la práctica totalidad de los trabajos a ella consagrados se han centrado en analizar *el desarrollo de los hechos* hasta el momento de la descripción y extraer conclusiones acerca de su significado histórico. Con respecto a este último aspecto, se ha dado por supuesto que una vez descrita por *los anatomistas* la circulación pulmonar y rectificado el error en que había incurrido la anatomo-fisiología galénica, el hecho y sus consecuencias había sido aceptado por la generalidad de los médicos. A diferencia de los incontables trabajos que se han ocupado de analizar en los más diversos ambientes las reacciones frente a la doctrina de la circulación de la sangre de William Harvey, en el caso de *la recepción de la circulación pulmonar* sólo encontramos un amplio silencio historiográfico que abunda en la idea que Allen G. Debus expresa con toda claridad: “After Colombo this ‘lesser circulation’ was generally accepted” (29). Sin embargo, nada se encuentra más lejos de la realidad histórica.

b) *La herencia del galenismo*

Frente a la tradicional identificación de las ideas biológicas de Galeno con su posterior sistematización por parte del galenismo medieval, los principales estudiosos de la obra de Galeno han puesto de relieve profundas diferencias en algunos temas cruciales. Uno de ellos es el relativo al movimiento de la sangre y al papel de la respiración. Las obras en las que Galeno se refiere a estas cuestiones de forma más específica son dos: *An in arteriis natura sanguis contineatur* y *De usu partium*. El análisis directo de los textos galénicos ha demostrado que el médico de Pergamo había entendido en buena medida el mecanismo de la circulación pulmonar, pero su pensamiento fue mal interpretado y simplificado escolásticamente por el galenismo medieval. Esa es la postura de Siegel —tal vez el más ferviente defensor de Galeno— cuando afirma que “Galen explained how the pumping mechanism of the chest wall propels the blood from the branches of the pulmonary artery into those of the pulmonary vein. He assumed the existence of anastomoses between these two large vessels in order to ex-

plain the functional connection of the arterial and the venous system of the lungs” (30). Así lo dan a entender las propias palabras de Galeno, cuando afirma que “la sangre que el corazón envía a los pulmones es transformada y se hace más sutil en este órgano” (31).

Galeno pensaba que la sangre venosa fluye desde el hígado, donde se forma, a la vena cava inferior y superior, y desde allí a la periferia del cuerpo. No pensó que desde allí pudiera regresar al corazón, porque la función que le atribuía era la de transportar las sustancias nutritivas destinadas a reparar las pérdidas de las partes. Por consiguiente, sólo una pequeña cantidad de la sangre venosa pasaría desde la vena cava al corazón y los pulmones, y desde allí al sistema arterial. Sin embargo, Galeno cometió un error garrafal, que se convirtió en el fundamento de la doctrina errónea posterior: como el tamaño de los vasos pulmonares es menor que el de la vena cava y que el de la arteria aorta, no creyó posible que *toda la sangre* pudiera atravesar los pulmones y tuvo que idear un trayecto simultáneo, que consistiría en atravesar el septo interventricular por unos supuestos *poros o perforaciones del septo*. Se trataba de una salida fundamentada en la lógica ante la ausencia del dato anatómico. No obstante, lo que puede afirmarse con rotundidad es que jamás Galeno dio a entender —como lo hizo posteriormente el galenismo dogmático— que esos poros fuesen la *única* vía de difusión de la sangre desde el ventrículo derecho al izquierdo.

Conviene considerar además un segundo elemento de confusión entre las ideas de Galeno y su posterior sistematización por parte del galenismo medieval. Al creer que la sede del calor innato y de las combustiones orgánicas es el ventrículo izquierdo, tuvo que idear una vía de salida para los gases y vapores que se generaban hacia el exterior. Esa vía iría a través de la válvula mitral y por la vena pulmonar alcanzaría los pulmones y el exterior. La perforación del septo y la salida de gases a través de la vena pulmonar fueron los dos principales aspectos que llevaron a una interpretación errónea de las ideas de Galeno y al desconocimiento de la circulación de la sangre a través de los pulmones. De hecho, el galenismo dogmático creó un sistema fisiológico en el que la función de los tres órganos principales (hígado, corazón y cerebro) estaba perfectamente jerarquizada y se apoyaba en un aparato anatómico independiente. Cualquier visión unitaria que pusiera en comunicación los tres sistemas rompía la perfección del modelo:

Hígado	sangre	venas	reparación de pérdidas
Corazón	fluido vital	arterias	vitalización de las partes
Cerebro	fluido animal	nervios	movimiento, sensibilidad

Los principales comentadores de Galeno, v.gr. el médico francés Jean Fernel, interpretaron que la sangre sutil que fluye por las venas pulmonares no llega a alcanzar el corazón por ningún mecanismo durante las contracciones respiratorias del pulmón, sino que permanece en el tejido pulmonar para reparar sus pérdidas.

Ante estos hechos, Siegel adopta una posición original frente a la rectificación que Servet y Colombo realizaron en ese punto a los esquemas del galenismo dogmático. Considera que existe una gran similitud en la literalidad del texto de Galeno y el de Ibn-an Nafis y, tanto en su caso como en el de Servet, atribuye la idea de la circulación a una copia directa de los textos de Galeno (32). El mérito de Colombo residiría, pues, en haber comprobado experimentalmente las ideas del gran médico griego.

c) *Un descubrimiento ignorado*

La idea de que la circulación pulmonar fue inmediatamente aceptada por la generalidad de los médicos procede seguramente del hecho de que las descripciones de Valverde y Colombo, ampliamente conocidas en todo Occidente, no despertaron aparentemente ningún tipo de debate o polémica (33). La reacción fue muy distinta de la que sucedió tras la publicación del *De Motu Cordis* de Harvey en 1628. Cabe suponer, como lo ha hecho mayoritariamente la historiografía, que la no discusión del hecho comportaba su aceptación. Sin embargo, una revisión detallada de la literatura médica posterior a 1560 revela de inmediato que la solución del problema no es, ni mucho menos, tan sencilla.

Tal vez la clave de la dificultad que planteaba la aceptación del descubrimiento de la circulación pulmonar y su incorporación al estilo de pensamiento fisiológico vigente procede del obstáculo intelectual que supone aceptar con coherencia la circulación pulmonar sin tener, al mismo tiempo, una idea clara de la circulación mayor. En unos momentos de plena vigencia del paradigma fisiológico elaborado por el galenismo, el descubrimiento de la circulación pulmonar no podía ser asumido sin plantear serias contradicciones, por su incoherencia con los principales conceptos fisiológicos vigentes. Si bien como hecho anatómico demostrado era asumible, *como hecho fisiológico hacía entrar en contradicción el sistema fisiológico global del galenismo*. Si la sangre es creada por el hígado, origen del sistema venoso, con el objetivo primordial de restaurar las pérdidas de las

partes (recordemos que la fisiología galénica posee un fuerte contenido teleológico); si es el corazón, sede del calor innato y origen de las arterias, el que envía a través de ellas los *espíritus vitales* para dar vida a las partes, carece de sentido considerar la comunicación entre dos sistemas cuyas funciones están clara y jerárquicamente separadas.

El galenismo había consagrado una imagen del funcionamiento del cuerpo en torno a tres órganos estructurados según un orden jerárquico, cuya actividad se extendería a todo el territorio corporal mediante un sistema de transmisión propio y específico: venas/hígado, arterias/corazón, nervios/cerebro. En los años centrales de la década de 1550, cuando aparecen los testimonios de la circulación pulmonar, la medicina vigente no podía integrar una rectificación al sistema galénico de este calibre y esa fue la razón fundamental por la que, en líneas generales, el descubrimiento de la circulación pulmonar tuvo escasa repercusión y fue únicamente asimilado por un núcleo restringido de científicos. Bien distinto, intelectualmente hablando, era el panorama científico europeo setenta años después cuando Willian Harvey formuló la doctrina de la circulación mayor.

Si partimos de la base de que con anterioridad a 1560 las únicas rectificaciones al pensamiento galénico sobre el tránsito de la sangre hacia los pulmones y la existencia de poros en el septo interventricular son las de Ibn-an Nafis, Servet, Valverde y Colombo, es necesario fundamentar la recepción del descubrimiento y la posterior revisión del pensamiento galénico sobre el tránsito pulmonar mediante una revisión de la literatura médica inmediatamente posterior. La realización de esta tarea es la que nos lleva a la conclusión de que con posterioridad a 1560 se desencadenaron tres posturas. La primera de ellas —predominante en las obras de anatomía, medicina teórica y filosofía natural aplicada a la medicina—, consistió en continuar aferrándose a los esquemas del galenismo tradicional, ignorando, por consiguiente, el significado de la circulación menor.

Quienes adoptaron esta postura no rechazaron explícitamente el nuevo descubrimiento ni polemizaron contra él o pretendieron combatirlo, sino que se limitaron a ignorarlo. Entre los galenistas de mayor peso en la cultura académica europea se encontraba Jean Fernel (34), quien en relación con la función de los vasos pulmonares afirmaba: “In leavum cordis sinum ex pulmonibus canalis incurrit, quo ductus de aëre frigidior spiritus, e pulmonibus in cor transilit. Quatenus hic aërem spiritum ve transvehit, arteria dictus est: veruntamen quod nondum crassior hic aër in vitalem spiritum conversus sit, una duntaxat tunica ei satis erat, iccirco arteria venosa dictus est” (35). Tampoco considera que los pulmones realicen función al-

guna en relación con la sangre: “Pulmo spirandi officina nullo vel minimo puncto temporis intermisso movetur, spiritum identidem recipiendo ducit redditque. Haustum hunc conficit praeparatque cordi, ut iocineri alimenta ventriculus cuius demum accessu innatus calor ventilatus refrigeretur, & vitalis spiritus alatur foveanturque tanquam pabulo” (36). En la edición de 1575 de su *De abditis rerum causis libri duo...*, en la que hallamos una exposición de filosofía natural basada en el aristotelismo galénico, Fernel tampoco da el menor indicio de incorporar el tránsito de la sangre a través de los pulmones.

Ni siquiera autores que sustentaron posturas abiertamente críticas frente al galenismo tradicional, asumieron el concepto de circulación pulmonar. En la *Anatomia corporum adhuc viventium* que forma parte de la *Aurora Thesaurus que philosophorum Teofrasti Paracelsi... Praeterea Anatomia viva Paracelsi, que docet autor praeter sectionem corporum...* (Basilea, 1577), se coincide textualmente con los galenistas en atribuir a los pulmones una función meramente refrigerante del calor cardiaco: “Pulmo, receptaculum est elementi aeris, ad vitae fomentum, & nutrimentum: membrum hoc follium instar aperitur, & comprimitur, quo quidem artificio naturali, concipit aerem, & emittit, novum semper attrahens, quem ad cor aspirans in refrigerium, recenti fomento continuo temperat intensum calorem occultum in eius centro, sine qua respiratione, vitae suffocaretur igneus ille vigor, quo cuncta vivunt animalia: non aliter quam videmus, artificialem ignem elementarum, aere sine minime vivere posse” (37). Por su parte el español Miguel Sabuco, abiertamente crítico con el escolasticismo galénico, tampoco utilizó la recientemente observada circulación pulmonar como un elemento más de crítica al galenismo (38). Tampoco es de extrañar que así fuera, si tenemos en cuenta que, aparte la originalidad de su pensamiento fisiopatológico y de la incipiente noción de un *succus nervus* que recorre los nervios, su principal fuente de inspiración era el pensamiento platónico y los grandes sistemáticos de la medicina clásica, principalmente Celso (39).

Theodor Zwinger, en su *Physiologia Medica* (Basilea, 1590), sigue fiel al pensamiento galénico y sostiene que la sangre arterial se origina en el corazón izquierdo por influencia del calor innato. Si bien hace referencia a la colaboración que presta a este proceso el aire pulmonar (aireando la sangre venosa que alcanza el ventrículo izquierdo) en cambio no hace ninguna mención al retorno de sangre venosa desde los pulmones y si, en cambio, se refiere claramente al paso de sangre a través del tabique interventricular. Tampoco Jacob Bording, en las dos ediciones de su *Physiologia*, apare-

cidas en los años 1591 y 1605, parece haber asimilado el descubrimiento de la circulación menor, ya que las dos ediciones contienen textualmente el siguiente párrafo: “Porro asperae arteriae propagines vel rami, aëre extrinsecus irruente implentur: arteriae venosae, fumoso excremento, ex sinistro cordis sinu prodeunte: Venae arteriosae, sanguine è dextro sinu ad pulmonis nutritionem attracto. Concidente verò ac compresso pulmonae, rursus coarctata aspera arteria, fumosum excrementum in ambientem aërem, arteria verò venosa, praeparatum in pulmonibus aërem, in siniestrum cordis sinum expellit: Per venam autem arteriosam, sanguis ille in cavitatem pulmonis protruditur” (40).

Otros autores continúan fieles al esquema general del galenismo, pero introducen algunas modificaciones que tienden a conceder una mayor relevancia fisiológica a los pulmones. Ese es el caso de Jerónimo Montalto (41), quien consideraba que la respiración es una función orgánica fundamental, de la que depende el mantenimiento de los espíritus vitales y sus acciones, además de la refrigeración, ventilación y nutrición del calor innato. Además, consideraba Montalto que su órgano principal es el pulmón y no el corazón, como había estimado el galenismo dogmático: “Pulmo vero & ipse quoque organum est respirationis praecipuum; quatenus scilicet & ipse agit, non quidem sicut thorax, sed quatenus per propriam actionem concurrat ad coctionem seu alterationem, & conservationem inspirati aeris ...” (42). Ello le lleva a considerar que la materia del pulmón posee una facultad específica para alterar el aire (igual que el hígado para engendrar la sangre): “... quare ad hanc ipsius functionem edendam ipse pulmo concurrat, pottissimum per appropriatam eius carnem, quae ipsius facultatis domicilium est... primum est instrumentum alterationis huius” (43).

Ni siquiera autores más vinculados al cultivo de la anatomía, como Caspar Bartholino, incorporó ni en sus *Anatomicae Institutiones* (44), ni en su *Enchiridion Physicum* (45) la idea de la circulación pulmonar. Seguía afirmando en sus obras que la vena pulmonar contiene exclusivamente aire en su interior y que los pulmones desempeñan una función ligada exclusivamente a la refrigeración y al intercambio de gases desde y hacia el corazón. Esa es más o menos la posición de Fabrizio d’Acquapendente, quien en su *Opera Omnia Anatomica & Physiologica...* (46) nos ha legado un testimonio claro de que en su esquema del cuerpo no figuraba la circulación menor, cuando afirmaba: “Merito igitur, venosa arteria, ut aer in cordis siniestrum sinum adducatur, & vi vacui corde dilatato attrahatur; pulmonis vero caro, ut tum ipse aer congruus codi praepare-

tur, tum venalis arteria ut custodiatur, & suffulciatur: aspera arteria, ut aer ad pulmones deducatur: & vena arterialis, ut pulmones nutriantur, fuere constituta. Ex quibus utilitates omnium pulmonis partium resultant” (47).

...”Sic venosa arteria, quatenus cava, aeris est via, ut venae corpus fortita, ad aerem excipiendum dilatatur, quod non contingeret, si arteriae corpus esset adepta. Sic vena arteriosa: ut vena est, sanguinem defert, ut corpus obtinet arteriae, sanguinem tantum tenuissimum ad pulmonum nutritionem exire permittit” (48). Dos finalidades define en la respiración: la generación de los espíritus vitales y la custodia y conservación del calor innato.

Esa misma actitud de ignorancia con respecto a la existencia de la circulación de la sangre a través de los pulmones puede hacerse extensiva a un buen número de autores, cuyo denominador común es la pervivencia en sus textos de la doctrina galénica (49).

d) *La defensa de la circulación menor y las nuevas corrientes intelectuales*

Frente al aplastante predominio de la doctrina galénica, un cierto número de médicos, sin embargo, se hizo eco de la circulación menor y la incorporó a su esquema general del organismo. Félix Platter, en su obra titulada *De corporis humani structura et usu, libri III* (50), al referirse a la ‘arteria venalis’ señala “qui sanguinem a dextro cordis ventriculo in pulmones deducunt, & posteriorem sedem asperae arteriae possident” (51) y sobre la ‘venalis arteriae’ afirma “qui spirituosum sanguinem in sinistrum cordis ventriculum eructant, anteriore sede asperae arteriae deducti” (52). A lo largo de su texto parece desprenderse el papel activo del pulmón en la sanguificación, además de una referencia clara a la circulación menor, cuando señala que la vena arteriosa conduce al corazón ‘spirituosum sanguinis’ y no simplemente aire.

Tal vez la postura más clara en favor de la circulación de la sangre la encontramos, como es sabido, en la obra de Andrea Cesalpino (53). Sus *Quaestionum Peripateticarum libri V* han sido consideradas por la historiografía como la primera asimilación global de la doctrina de la circulación de la sangre, anterior incluso al *De Motu Cordis*, de Harvey, aunque carente del componente experimental y del rigor metodológico de la obra del médico inglés. Cesalpino niega la tradicional idea galénica de que mediante la

respiración se incorporan en el organismo espíritus procedentes del aire (54), con lo cual resta significación fisiológica a la respiración. La importancia que otorga al corazón se convierte en la idea central que guía su crítica al galenismo. Lo fundamental no es el aire inspirado, sino el movimiento continuo del corazón y su continua labor en la generación de espíritus, que luego difunde por el sistema arterial a todas partes del cuerpo. El corazón es el punto de partida de todo el movimiento corporal, recibe de las venas lo que necesita y transmite por las arterias vitalidad a todo el organismo. Ni su función, ni la conservación de su calor innato dependen del aire inspirado. También en Harvey reconocemos ese énfasis en la importancia del corazón frente a los demás órganos del cuerpo. Por lo que se refiere a la circulación pulmonar, como es sabido, la posición de Cesalpino no ofrece dudas:

“Idcirco Pulmo per venam arteriis similem ex dextro cordis ventriculo fervidum hauriens sanguinem, eumque per anastomosim arteriae venali reddens, quae in sinistrum cordis ventriculum tendit, transmissio interim aëre frigido per asperae canales, qui iuxta arteriam vanalem protenduntur, non tamen osculis communicantes, ut Putavit Galenus, solo tactu temperat. Huic sanguinis circulationi ex dextro cordis ventriculo per pulmones in sinistrum eiusdem ventriculum optime respondent ea quae ex dissectione apparent” (55).

También Daniel Sennert, unos años antes de que viera la luz la célebre obra de Harvey, en sus *Institutionum Medicinae libri V* (56) nos ha legado una crítica abierta a las ideas de Galeno y sus seguidores sobre el trayecto que sigue la sangre, una vez alcanzado el corazón derecho. Es de destacar también que las *Institutiones* de Sennert están concebidas según los cánones en vigor desde finales del siglo XVI, que integraban en la medicina cinco partes: fisiología, patología, semiótica, higiene y terapéutica. Esta división —de fuerte arraigo académico en toda Europa— dio origen a la aparición de textos de medicina concebidos según el nuevo canon y fue uno de los motores que propiciaron la segregación de una doctrina fisiológica separada de la enseñanza de la anatomía.

El libro primero de las *Institutiones* de Sennert constituye, por esa razón, un excelente tratado de la fisiología de su tiempo; tan claro y detallado que permite fácilmente una reconstrucción de los conceptos. En el apartado consagrado a la acción de los espíritus sobre el organismo humano (*De Spiritibus*), sostiene que el calor innato y el espíritu ínsito no son suficien-

tes para explicar el desarrollo de todas las acciones. Existen otros, los espíritus 'influentes', que al ejercer su influencia sobre los 'principios' contenidos en las partes se constituyen en el vehículo de las facultades orgánicas. Los órganos y tejidos del cuerpo se encuentran así animados por los espíritus influentes. De ellos Sennert señala la falta de acuerdo sobre si es un único espíritu vital, si son dos (vitales y animales) o si cabe añadir un tercer espíritu natural. Lo que sí parece incuestionable para él, como para todos sus contemporáneos, es que proceden de la parte 'más sutil' de la sangre atenuada y aireada. Su generación tiene lugar en el corazón a partir de la sangre más pura y tenue que llega al corazón, mezclada en el ventrículo izquierdo con el aire respirado, que es atraído por la dilatación de las arterias. Esa mezcla comporta la separación de los 'excrementos fuliginosos'. En medio del debate sobre la generación y funciones de los espíritus vitales, expone Sennert su crítica al galenismo y defiende la circulación pulmonar:

"Aer tamem, qui inspiratione attrahitur, in pulmonis substantia aliquo modo preparatur, & demum per arteriam venosam in sinistrum cordis ventriculum fertur, ibique cum spiritu naturalim aut tenuiore sanguinis parte mistus materiam vitali spiritui suppeditat.

Ubi autem sanguis spiritui vitali generando necessarius praeparetur & per quas vias in sinistrum cordis ventriculum feratur, Recentiores dissentiunt. Galeni sententia est, sanguinem in dextro cordis sinu attenuari & magis elaborari, portionemque ejus per venam arteriosam pulmonibus pro nutrimento transmitti; quod vero tenuissimum est, *lib. 3. de fac.nat. cap. 15*, ex dextro cordis sinu in sinistrum trahi statuit. Habere enim interpositum inter duos ventriculos septum foramina quaedam, in quae peralte quasdam profunditates descendere visu agnoscere licet...

... Verum enim vero licet concedatur... foramina haec pervia esse, & per ea aliquid è dextro ventriculo in sinistrum mitti: tamen negari non potest, minimam esse portionem, quae per septum, in sinistrum ventriculum è dextro quasi transsudat; majorem verò per venam arteriosam, vas tam amplum, in pulmones effundi. At non credibile est, cum sanguis & spiritus è sinistro cordis ventriculo, vase tam magno & amplo, in totum corpus continuo transmittantur, & propterea copiosam materiam illis regenerandis suppeditari necesse sit, eam per coeca illa seti transversa foramina tam brevi temporis spatio subministrari posse. Sicut nec hoc credibile, pulmonibus tantum alendis (partem enim aliquam in pulmonum alimentum absumi, negandum non est) plus materiae è dextro cordis ventriculo affluere, quam totius corporis necessitatibus in sinistrum

transmitti. Ideoque vero consentaneum est, si omnino (quod tamen alios negare, dictum) tenuior aliqua sanguinis portio è dextro in sinistrum permeat, nihilominus majorem portionem in venam arteriosam mitti, atque ab hac accipere per anastomosis arteriam venosam, & in hoc ambitu refrigeratam hinc ferri in sinistrum ventriculum. Quod & valvulae ipsae cordis persuadere videntur, quae in vena arteriosa ab interioribus patent ad exteriora, ut refluxum materiae elatae impedian; in arteria vero venosa ab exterioribus ad interiora, ut refluxum materiae illatae impedian” (57).

La discusión que a lo largo de los párrafos precedentes establece Sennert sobre el pensamiento galénico tradicional y las nuevas ideas acerca de la trayectoria que sigue la sangre por los pulmones, no es en absoluto frecuente en la literatura médica publicada entre Servet (1553) y Harvey (1628). Contiene algunos aspectos que resultan de interés indiscutible para una correcta reconstrucción del significado histórico del descubrimiento de la circulación menor. La primera cuestión relevante es el hecho de que Sennert reconozca la existencia de diferentes puntos de vista: “recentiores dissentiunt”, nos dice. A continuación expone la doctrina de los galenistas sin efectuar un rechazo explícito de sus puntos débiles, sino más bien cuestionando su racionalidad desde una mentalidad científica que podemos considerar muy próxima a la que expresa Harvey en su *De Motu cordis*. Sennert podría negar sin más la existencia de poros en el tabique interventricular y rectificar de plano a los galenistas, puesto que su existencia había sido negada por los anatomistas renovadores, pero no lo hace. Por el contrario, sostiene que aun en el supuesto de que tales porosidades existieran, la cantidad de sangre que podría alcanzar el corazón izquierdo a través de ellas sería ínfima comparada con la que fluye por los vasos pulmonares, de gran calibre. No concibe de otro modo que pueda llegar tanta cantidad de sangre al corazón izquierdo, ni considera coherente que toda la cantidad de sangre que sale del ventrículo derecho por la arteria pulmonar se emplee exclusivamente en la nutrición de los pulmones.

Coinciden, pues, en la ‘physiologia’ que expone Sennert en sus *Institutiones*, varios aspectos destacables: a) la defensa de la doctrina de la circulación menor; b) el testimonio de que un sector de los médicos no aceptaban las nuevas ideas; c) una reflexión sobre las posibles vías de tránsito de la sangre desde el ventrículo derecho al izquierdo, que se aleja de las tradicionales discusiones escolásticas y del recurso a

conceptos fisiológicos de carácter metafísico. Aquello que resulta concluyente para la defensa que hace Sennert de la circulación menor son precisamente los hechos de observación. Por todo lo anterior, cabe sospechar que desde finales del siglo XVI se había ido configurando en algunos sectores de la medicina occidental una forma de racionalidad científica que fue tomando forma paulatinamente hasta alcanzar su versión más contundente, acabada y enfrentada con el galenismo escolástico: la obra de William Harvey. En el descubrimiento de la circulación pulmonar intervino fundamentalmente la observación anatómica: fue la consecuencia lógica de la sucesiva revisión de los conocimientos anatómicos clásicos llevada a cabo durante el siglo XVI, a partir de la observación del cadáver. Sin embargo, la repercusión teórica que comportaba en la construcción de una nueva imagen del cuerpo humano y de su dinámica interna, no pudo ser asumida hasta la formulación de la doctrina de la circulación mayor. Esta, a su vez, se desarrolló no sólo como una continuación necesaria del reconocimiento de la circulación pulmonar, sino que comportó un cambio de mayor alcance, que ponía de relieve el surgimiento de una nueva racionalidad científica.

e) *A modo de reflexión final*

La historiografía consagrada al descubrimiento de la circulación menor ha desvelado con toda minuciosidad el contexto científico y las aportaciones individuales de Ibn-an Nafis, Servet, Valverde o Colombo, el sustento empírico y epistemológico de su rectificación a las ideas del galenismo. Si bien cabría la posibilidad de considerar otros intereses de orden intelectual, personal o social, difícilmente los testimonios históricos que nos han quedado permiten profundizar más en el contexto del descubrimiento. No obstante, una vez analizado el hecho histórico permanece abierta la cuestión principal: ¿cómo pudo un sistema científico tan cerrado como el galénico asimilar la doctrina de la circulación menor? ¿En qué medida contribuyó el nuevo descubrimiento a desencadenar una crisis de mayor alcance en el galenismo? ¿Cómo fue recibido por la medicina e integrado en el pensamiento biológico vigente? A pesar de la abundante literatura que ha provocado el suceso histórico, me atrevo a afirmar que todos los aspectos —centrales desde el punto de vis-

ta de la construcción de un discurso histórico capaz de explicar los procesos de cambio en la ciencia— no han sido abordados con la suficiente profundidad.

Un primer acercamiento a los textos de medicina publicados entre finales de la década de 1550 y 1628 permite concluir que el descubrimiento de la circulación pulmonar dejó de ser aceptado por una parte importante de los médicos, que siguieron fieles a las ideas tradicionales del galenismo. Y ello tanto en lo referente a las concepciones fisiológicas como en los puros detalles anatómicos (perforación del septo interventricular, existencia de aire y excreciones en la vena arteriosa) que habían sido desmentidos por la observación anatómica. La diversidad de opiniones no se manifestó en forma de polémica, de manera que quienes no integraron las nuevas observaciones se limitaron a ignorar su existencia. Conviene preguntarse por los factores que influyeron en ello. En primer lugar, la historia de la ciencia ha tenido ocasión de demostrar en áreas muy diversa del quehacer científico, que durante la etapa de plena vigencia de un estilo de pensamiento (L. Fleck) o pensamiento convergente (Th. Kuhn) difícilmente son aceptadas aquellas observaciones o teorías que contradicen la racionalidad del sistema vigente. Esa es, sin duda, una de las razones principales por las que el fenómeno de la circulación pulmonar no fue aceptado por amplios sectores de la medicina de la segunda mitad del quinientos: porque no era coherente con el sistema galénico. Pero tampoco era suficientemente importante la rectificación que planteaba como para dar origen a un sistema alternativo. Como descubrimiento anatómico, la circulación pulmonar venía a sumarse a un sinfín de rectificaciones que se habían llevado a cabo a la anatomía galénica, principalmente por parte de los seguidores de la reforma vesaliana. Pero conviene recordar que la circulación menor se convirtió también en objeto de crítica contra el propio Vesalio. La mayor coherencia, sin embargo, se planteaba en el terreno fisiológico, donde la idea de una comunicación vascular entre el sistema venoso y el arterial rompía con la perfección del sistema galénico y su principal fundamento intelectual: la filosofía natural platónica. Así las cosas, entre Servet y Harvey la doctrina de la circulación pulmonar tuvo una repercusión muy limitada en la transformación de las ideas biológicas del galenismo, pero se convirtió, a su vez, en el germen de una nueva racionalidad que desde principios del siglo XVII hizo entrar en una crisis mucho más profunda a los conceptos fundamentales de la biología galénica.

NOTAS

(1) El simple repaso de cualquiera de los repertorios habituales de bibliografía secundaria sobre historia de la medicina ratifica esta afirmación. Véanse, por ejemplo, los capítulos correspondientes de la *Bibliography of the history of medicine*, que desde 1964 publica la National Library of Medicine de Bethesda, el *Bulletin Signalétique* editado en París, el *Current work in the History of Medicine* publicado en Londres o el *Catalogue of the History of Medicine and Related Sciences*, publicado por el Wellcome Institute de Londres.

(2) En la bibliografía crítica que se ofrece al final de nuestro artículo se recoge una selección de los trabajos que consideramos más representativos, incluidos aquellos publicados a finales del siglo XIX.

(3) Dentro de este grupo cabe situar a la mayor parte de los trabajos publicados con anterioridad a 1900 y esa es la orientación que preside las referencias que aparecen en las obras clásicas de erudición bio-bibliográfica, como las de Haller, Eloy, Dèchambre, Chinchilla o Morejón.

(4) Entre ellas destaca por el número de trabajos publicados el *Bulletin of the History of Medicine*, pero también aparecieron otros en el *Sudhoff's Archiv*, el *Journal of the History of Medicine, Isis* o *Episteme*, entre otras, como puede verse reflejado en la bibliografía secundaria que se adjunta.

(5) Señalemos, entre otros, a R. H. Bainton, E. Bittar, Capparoni, E. Clarke, E. D. Coppola, J. C. Hemmeter, J. J. Izquierdo, N. Mariscal, M. Meyerhof, R. J. Moes, M. Neuburger, Ch. D. O'Malley, G. Ongaro, J. A. Paniagua, R. E. Siegel y O. Temkin. En la bibliografía crítica se mencionan sus aportaciones más directas en relación con el tema que nos ocupa.

(6) MEYERHOF (1934) y (1935).

(7) BITTAR (1955).

(8) Este es el aspecto que han tratado Bittar (1955), Coppola (1957), Meyerhof (1934) y (1935), O'Malley (1952) y Temkin (1940).

(9) MEYERHOF (1934) y (1935).

(10) TEMKIN (1940).

(11) TEMKIN (1949).

(12) VAINTON (1951). recoge las indagaciones realizadas por M. Neuburger acerca del manuscrito de la obra de Serveto que se encuentra en la Biblioteca Nacional de París.

(13) COPPOLA (1957).

(14) CAPPARONI (1932).

(15) COPPOLA (1957).

(16) En la bibliografía se incluyen los que hemos considerado más representativos.

(17) BAINTON (1951).

(18) A título de ejemplo, recuérdese que su *Christianismi Restitutio* apenas se conocen tres ejemplares, que se encuentran en Edimburgo, París y Viena.

(19) VESALIO (1543), pág. 598.

(20) Citado por COPPOLA (1957).

(21) VESALIO (1955), pág. 734.

(22) VALVERDE (1556), pág. 105.

(23) BARONA VILAR (1992).

(24) COLÓMBO (1559).

- (25) VALVERDE (1556), fol. 131.
- (26) Hemos revisado minuciosamente el compendio anatómico publicado por Günter von Andernach en 1538.
- (27) COPPOLA (1957).
- (28) COPPOLA (1957).
- (29) DEBUS (1990), pág. 65.
- (30) SIEGEL (1962), pág. 311.
- (31) Citado por SIEGEL (1962), pág. 318.
- (32) SIEGEL (1962), págs. 318 y ss.
- (33) El tratado de Colombo se difundió ampliamente por toda Europa y el de Valverde tuvo ediciones en castellano, italiano y latín entre 1556 y 1589.
- (34) Su desconocimiento de la circulación menor no sólo se refleja en las obras anteriores a 1550, sino que se reitera en las ediciones posteriores.
- (35) FERNEL (1551), pág. 94.
- (36) FERNEL (1551), pág. 96.
- (37) PARACELUS (1577), págs. 165-166.
- (38) SABUCO (1587).
- (39) En relación con la doctrina del *succus nervus*, puede consultarse MARTINEZ VIDAL (1989).
- (40) BORDING (1591), págs. 324-325, y BORDING (605), pág. 325.
- (41) MONTALTO (1591).
- (42) MONTALTO (1591), pág. 159.
- (43) MONTALTO (1591), pág. 159.
- (44) BARTHOLINO (1622).
- (45) BARTHOLINO (1625).
- (46) La primera edición de publicó en Padua (1625), seis años después de su muerte. Hay otra edición de Leipzig (1657), Lipsia (1687) y Leiden (1738). La edición consultada corresponde a la de 1687.
- (47) FABRIZIO (1687), pág. 184.
- (48) FABRIZIO (1687), págs. 184-185.
- (49) Puede ampliarse la nómina de autores con los trabajos citados en la bibliografía.
- (50) PLATTER (1583).
- (51) PLATTER (1583), pág. 172.
- (52) PLATTER (1583), pág. 172.
- (53) CESALPINO (1588).
- (54) CESALPINO (1588), Quaestio IV.
- (55) CESALPINO (1588), pág. 528.
- (56) SENNERT (1620).
- (57) SENNERT (1629), págs. 43-44.

FUENTES BIBLIOGRAFICAS

ALONSO DE FUENTES (1955): *Suma de philosophia natural...* Venetia, Pietrasanta.

- ARISTOTELES (1584): *Historia animalium*. Lugduni, de Harsy.
- ARISTOTELES (1476): *De animalibus*. Venetia, Johann von Köln & Johann Manthen [Contiene 'De Natura animalium', 'De partibus animalium' y 'De generatione animalium'].
- Aurora *Thesaurus que philosophorum, Theophrasti Paracelsi... Praeterea Anatomia viva Paracelsi, qua docet autor praeter sectionem corporum & ante mortem, patientibus esse succurrendum*. Basileae, (1577)
- BARTHOLINO, CASPAR (1622): *Anatomicae Institutiones corporis humani...* Rostochii, Ferber.
- BARTHOLINO, HACOBUS (1625): *Enchiridion Physicum*. Argentinae, Eberhardi Zatzneri.
- BORDING, JACOBUS (1605): *Physiologia*. Rostochii, Exc. Stephanus Myliander.
- CAESALPINO, ANDREA (1588): 'Quaestionum peripateticarum libri 5'. En: *Tractatum philosophicarum*. Genevae, Vignon.
- COLOMBO, REALDO (1559): *De Re Anatomica libri 15*. Venetiis, Bevilacqua.
- FABRICIUS, HIERONIMUS (1687): *Opera omnia anatomica & physiologica...* Lipsiae, Gleditsch.
- FALLOPIO, GABRIELLE (1562): *Observationes anatomicae*. Parisiis, Turrisanus.
- FARFAN, AGUSTIN (1592): *Tratado brebe de Medicina y de todas las enfermedades*. México, Pedro Ocharte.
- FERNANDEZ BEJARANO, FRANCISCO MATEO (1619): *De facultatibus naturalibus. Disputationes medicae et philosophicae*. Granatae, Bartholomeum de Lorençana.
- FERNEL, JEAN (1551): *De Naturali Parte Medicina libri 7*. Lugduni, Tornæsius & Gazeius.
- FERNEL, JEAN (1575): *De Universa Medicina*. Francofurti, Wechel.
- FERNEL, JEAN (1575): *De abditis rerum causis libri 2*. Francofurti, Wechel.
- GALENO (1550): *De naturalibus facultatibus libri 3...* Lugduni, Rovillius.
- GALENO (1550): *De Usu Partium Corporis Humani libri 17...* Lugduni, Rovillius.
- GALENO (1821-1833): *Opera*. Edición de Kuehn. Leipzig, Cnoblach.
- GOMEZ PEREIRA (1554) *Antoniana Margarita, Opus Nempe*. Medina del Campo.
- HARVEY, WILLIAM (1628): *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus*. Francofurti, Keynes.
- JIMÉNEZ, GERONIMO (1578): *Institutionum medicarum libri quatuor*. In Epilensi Oppido, J. Perezil e Valdivieso.
- JIMENO, PEDRO (1549): *Dialogus de re medica* Valentiae, Ioannem Mey Flandrum.
- LAGUNA, ANDRÉS (1535): *Anatomica methodus, seu de sectiones humani corporis contemplatio...* Parissis, Jacobum Kerver, 1535.
- LEMON, LUIS DE (1591): *In tres libros Galeni de Naturalibus Facultatibus Commentarii...* Salamanticae, apud Giuilielmum Fochelium.
- LEON, ANDRÉS DE (1590): *Libro primero, de annathomia. Recopilaciones y examen general de evacuaciones, annathomia y compostura del cuerpo humano...* Baeça, Juan Bautista de Montoya.
- MAGIRI, JAHANNIS D. (1601): *In Physiologiam suam peripateticam commentarius*. Lichae, per Conradum Nebenium et Wolfgangum Kezelium.
- MEROLA, JERONIMO (1587): *República original sacada del cuerpo humano...* Barcelona, Imp. de Pedro Malo.
- MONTALTO, JERONIMO (1591): *De Homine sano libri 3, in quorum primo agitur de natura & substantia hominis...* Francofurti, Wechel & Fischer.

MONTAÑA DE MONSERRATE, BERNARDINO (1551): *Libro de Anathomia del Hombre...* Valladolid, Sebastián Martínez.

Aurora Thesaurus que philosophorum, Theophrasti Paracelsi... Praeterea Anatomia viva Paracelsi, qua docet autor praeter sectionem corporum & ante mortem, patientibus esse succurrendum. Basileae, (1577)

PEREIRA, BENITO (1588): *De communibus omnium rerum naturalium prinripiis & affectionibus, libri 15...* Lugduni, Porta.

PLATON (1581): *Timaeus.* Cambridge (mass.), Harvard University Press.

PLATTER, FÉLIX (1583): *De corporis humani structura et usu...* Basel, Froben.

PONCE DE SANTA CRZ, ANTONIO (1624): *Opuscula medica et philosophica.* Matriri, Iuntas.

PORRAS PARRA DE LA ASPERILLA, ROQUE (1625): *Salamanticenses Praelectiones physiologicae et pathologicae.* Salmantiae, Antonium Vazquez.

RIOLAN, JEAN (1592): *In libros Fernelii partim physiologicos, partim therapeuticos commentarii...* Mompelgarti, Foyllet.

RODRIGUEZ DE GUEVARA, ALFONSO (1559): *In pluribus ex iis quibus Galenus impugnatur ab Andrea Vesalio Bruxelensi in constructione et usu partium corporis humani, defensio...* Coninbricae, Ioannem Baverium Typ. Reg.

SABUCO, MIGUEL (1578): *Nueva filosofía de la naturaleza del hombre...* Madrid.

SEGARRA, JAIME (1596): *Commentarii physiologici...* Valentiae, Petri Patrici Mey.

SENNERT, DANIEL (1620): *Institutionum medicinae libri 5.* Witebergae, Schurer.

SERVET, MIGUEL (1553): *Christianismi Restitutio...* [Vienne, Balthasar Arnollet].

SORIANO GERONIMO (1599): *Libro de experimentos médicos, fáciles y verdaderos...* Madrid, L. Sánchez a costa de M. Martínez.

VALLES, FRANCISCO (1556): *Controversiarum medicarum et philosophicarum libri decem...* Compluti, Ex officina Ioannis Brocarii.

VALVERDE DE AMUSCO, JUAN (1556): *Historia de la composición del cuerpo humano.* Roma, Salamanca & Lafrery.

VEGA, CRISTOBAL DE (1621): *Opera Omnia.* Lugduni, Antonii Chard.

VESALIO, ANDRÉS (1543): *De Humani Corporis Fabrica, libri septem.* Basel, Oporinus.

ZWINGER, THEODOR (1590): *Physiologia medica.* Basileae, per Sebastianum Henricpetri.

BIBLIOGRAFIA CRITICA

AGUILO Y LOBO, M. (1969): *Documentos sobre médicos españoles de los siglos XVI al XVIII.* Salamanca.

ALBERTI LOPEZ, L. (1948): *La anatomía y los anatomistas españoles del Renacimiento.* Madrid, C.S.I.C.

BAINTON, R. H. (1931): 'The Smaller Circulation: Servetus and Colombo'. *Sudhoff's Archiv*, 24, págs. 371-374.

BRAINTON, R. H. (1951): 'Michael Servetus and the pulmonary transit'. *Bull. Hist. Med.*, 25, págs. 1-7.

BALL, J. M. (1897): 'Valverde a spanish anatomist'. *St. Louis Med. Surg. Journr.*, 72, págs. 77-79.

- BARON, J. (1970): *Miguel Serveto. Su vida y su obra*. Madrid, Espasa-Calpe.
- BARONA VILAR, J. LL. (1991): 'Cos humà i ordre social en la cultura renaixentista'. *Llull*, 14, págs. 479-493.
- BARONA VILAR, J. LL. (1992): 'El pensamiento biológico de Juan Valverde de Amusco'. *Physis*, (en prensa).
- BESSON, P. (1903): *Miguel Servet: 1553-1903*. Genève.
- BITTAR, E. (1903): *Ibn-an Nafis, a study with translations of two of his works*. Yale, Yale Univ. Press.
- CAPANNA, G. P.; DELLA GUERRA, G.; DEL CHELINI, S. (1969): 'Andrea Casalpino fu veramente lo scriptore della circolazione del sangue'. *Scientia veterum* (Pisa), pág. 131.
- CAPPARONI (1932): *La storia della scoperta della circolazione del sangue*. Siena.
- CHAUVOIS, L. (1957): *William Harvey. His Life and Times, his Discoveries, his Methods*. London.
- CLARKE, E. (1953): 'Michael Servetus'. *British Medical Journal*, 2, pág. 934.
- CLARKE, E. (1953): 'Servetus, Valverde and the lesser circulation'. *Journal of the History of Medicine*, 8, págs. 453-458.
- CODELLAS, P. S. (1957): 'Versalius-Valverde-Patousas, the unpublished manuscript of the first modern anatomy in the greek language'. *Bulletin of the History of Medicine*, 31, págs. 44-77.
- COPPOLA, E. D. (1957) "The discovery of the pulmonary circulation". *Bulletin of the History of Medicine*, 31, 44-47.
- DEBUS, A. G. (1978): *Man and Nature in the Renaissance*. Cambridge, Cambridge University Press.
- ESCRIBANO GARCIA, V. (1902): *La anatomía y los anatomistas españoles del siglo XVI*. Granada, J. López de Guevara.
- FERNANDEZ DEL CASTILLO, F. (1976): 'La Historia de la composición del cuerpo humano de Juan Valverde de Hamusco'. *Boletín de la Biblioteca Nacional* (México) 18, págs. 139-145.
- FERNANDEZ RUIZ, C. (1958): 'Estudio biográfico sobre el Dr. D. Juan Valverde, gran anatómico del siglo XVI, y su obra'. *Clínica y Laboratorio*, 66, págs. 207-240.
- FISHMAN, A. P.; RICHARDS, D. W. (comp.) 1964): *Circulation of the blood*. New York, Oxford University Press.
- FOSTER, M. (1901): *Lectures on the History of Physiology during the Sixteenth, Seventeenth and Eighteenth Centuries*. Cambridge.
- FRENCH, R.; WEAR, A. (1989): *The Medical Revolution of the Seventeenth Century*. Cambridge, Cambridge University Press.
- GARCIA BRAGADO, F. (1977): *Miguel Servet y su descubrimiento de la circulación pulmonar*. Villanueva de Sijena, Instituto Miguel Servet.
- GILBERT, N. W. (1960): *Renaissance Concepts of Method*. New York.
- GOTTHELF, A.; LENNOX, J. G. (1987): *Philosophical issues in Aristotle's biology*. Cambridge, Cambridge University Press.
- GOTTLIEB, B. J. (s.a.) 'Consideraciones sobre la historia del descubrimiento de la circulación sanguínea'. *Folia Clínica Intern.*, 11, págs. 219-225.
- GUERRA, F. (1967): 'Juan Valverde de Amusco'. *Clio Medica*, 2, págs. 339-362.
- HALL, TH. S. (1975): 'Michel Servetus, discoverer of the pulmonary circulation: his life and work'. *Janus*, 20, págs. 331-364.

- IZQUIERDO, J. J. (1937): 'A new and more correct version of the views of Servetus on the circulation of the blood'. *Bulletin of the History of Medicine*, 5, págs. 914-932.
- KNOTT, J. F. (1911): 'Michael Servetus and the discovery of the circulation of the blood'. *Med. Rec.*, 80, págs. 514-522.
- KOELBING, H. M. (1966): 'Servet tradicionaliste'. *Gesnerus*, 23, págs. 266-272.
- LAIN ENTRALGO, P. (1948): *Harvey*, 2 vols., Madrid, El Centauro.
- LEJEUNE, F. (1927): 'Zur spanischen Anatomie von und um Vesal'. *Janus*, 31, págs. 413-422.
- LOPEZ PIÑERO, J. M. (1961): 'Las ideas acerca del movimiento de la sangre en la escuela anatómica valenciana del siglo XVI'. *Boletín Soc. Española Historia de la Medicina*, 1.
- LOPEZ PIÑERO, J. M. (1979): 'The vesalian movement in sixteenth-century Spain'. *Journal of the History of Biology*, 12, págs. 45-81.
- MANARA, R. (1963): *La storia della circolazione del sangue*. Genova.
- MARISCAL, N. (1931): *Participación de los médicos españoles en el descubrimiento de la circulación de la sangre*. Madrid, Real Academia de Medicina.
- MARRARO, H. R. (1923): 'Miguel Servet y el descubrimiento de la circulación de la sangre'. *El Siglo Médico*, 72, págs. 1107-1111.
- MARTINEZ LAINEZ, F. (1984): *Miguel Servet*. Madrid, Ed. Urbión.
- MARTINEZ VIDAL, A. (1989): *Neurociencias y Resolución Científica en España. La circulación neural*. Madrid, C.S.I.C.
- MEYER-STEINEG, TH. (1812-1913): 'Studien zur Physiologie des Galen'. *Arch. Gesch. Med.*, 5, págs. 172-192; págs. 194-224; 6, págs. 417-448.
- MEYERHOF, M. (1935): 'Ibn-an-Nafis and his theory of the lesser circulation'. *Isis*, 23, págs. 100-120.
- MOES, R. J.; O'MALLEY, C. D. (1960): 'Realdo Colombo: On the things rarely found in Anatomy. An annotated translation from the *Re Anatomica* (1559)'. *Bulletin of the History of Medicine*, 34, págs. 508-520.
- NEUBURGER, M. (1939): 'Zur Entdeckungsgeschichte des Lungenkreislaufes'. *Sudhoffs Archiv*, 23, págs. 7-9.
- O'MALLEY, CH. (1953): *Michael Servetus*. Philadelphia, American Philosoph. Society.
- O'MALLEY, CH. (1952): 'A latin translation of Ibn Nafis related to the problem of the circulation of the blood'. *Journal of the History of Medicine*, 12, págs. 248-253.
- O'MALLEY, CH. (1963): 'Andrés Laguna an his "Anatomica Methodus"'. *Physis*, 5, (1963), págs. 65-69.
- ONGARO, G. (1971): 'La scoperta della circolazione pulmonare e la diffusione della "Christianismi Restitutio" de Michele Serveto nel XVI secolo in Italia e nel veneto'. *Episteme*, 5, págs. 3-44.
- PAGEL, W. (1964): 'Vesalius and the pulmonary transit of venous blood'. *Journal of the History of Medicine*, 39, págs. 327-341.
- PAGEL, W. (1967): 'William Harvey Biological ideas'. Basel/New York, Karger.
- PANIAGUA, J. A. (1956): *Miguel Serveto*. Madrid.
- PUTSCHER, M. (1974): *Pneuma, Spiritus, Geist. Vorstellungen vom Lebensantrieb in ihren geschichtlichen Wandlungen*. Wiesbaden, Frnz Steiner.
- RIERA, J. (1986): *Juan Valverde de Amusco y la medicina del Renacimiento*. Valladolid, Universidad de Valladolid.
- RUSSELL, K. F. (1953): 'Juan Valverde de Amusco'. *Aust. N. Z. Surg.*, 22, págs. 302-304.

- SANCHO SAN ROMAN, R. (1961): 'Francisco de la Reyna y el descubrimiento de la circulación mayor'. *Bol. Soc. Esp. Hist. Med.*, 1 (1961).
- SIEGEL, R. E. (1962) 'The influence of Galen's doctrine of pulmonary blood flow on the development of modern concepts of circulation'. *Sudhoff's Archiv*, 46, págs. 311-332.
- SINGER, CH. (1956): *The discovery of the circulation of the blood*. London, Dawson.
- SOLSONA, F. (1988): *Miguel Servet*. Zaragoza, Diputación General de Aragón.
- TEMKIN, O. (1940): Was Servetus influenced by Ibn-an-Nafis? *Bulletin of the History of Medicine*, 8, pág. 731.
- TIGERSTEDT, R. (1921-1922): *Die Physiologie des Kreislaufs*. 2 ed., 3 vols. Berlin/Leipzig, Verein Wiss. Verlager.
- TRUETA, J. (1948) 'Michael Servetus and the discovery of the lesser circulation. *Yale J. Biol. Med.*, 21, págs. 1-15.
- VAZQUEZ VICENTE, J. (1935): 'Los anatómicos españoles de la época del Renacimiento'. *Trab. Hist. Crít. Med.*, 4, págs. 201-224.
- WHITTERIDGE, G. (1971): *William Harvey and the circulation of the blood*. London/New York, McDonald & Elsevier.