

HISTORIA DE LA CIRCULACIÓN DE LA SANGRE: DE SERVET A HARVEY

José Alsina Calvés

I. B. Arraona, Sabadell

Comenzaremos haciendo una precisión: a pesar del título de la comunicación hay que hacer constar que en realidad no puede hablarse con propiedad de la circulación de la sangre hasta Harvey. Los autores anteriores que trabajaron y escribieron sobre este tema se ocupaban de la función de la sangre y del corazón y muy particularmente del tránsito pulmonar de la sangre. Fue Harvey el primero en introducir la idea de circularidad y por tanto el autentico descubridor de la circulación de la sangre.

Después de esta precisión comenzaremos hablando de Miguel Servet. Como típica figura del Renacimiento Servet es un hombre polifacético que cultiva diversas áreas del conocimiento: es teólogo, médico, astrólogo e incluso geógrafo.

Es sin embargo en el terreno de la teología donde Servet despunta y donde desarrolla sus obras más importantes. En su deseo de una renovación total del cristianismo se dejan sentir influencias de Erasmo e incluso de Lutero, y con sus originales ideas sobre la Trinidad, que a la postre le llevarán a la hoguera, desarrolla un pensamiento que en sentido estricto no es ni católico ni protestante y en el que hay indudable influencia islámica.

No es baladí plantearse la relación entre medicina y teología en Servet, no solo porque sus ideas sobre el tránsito pulmonar de la sangre se exponen en su obra *Christianismi Restitutio* (Viena del Delfinado, 1553) que es un libro de teología, sino también por el modo esencialmente teológico con que defiende sus ideas y las argumenta.

Como partícipe de las ideas de la Reforma (aunque a su manera) Servet defiende la libre interpretación de los textos bíblicos. Así el Libro V del *Christianismi Restitutio*, que se extiende desde la página 168 a la 173, en el cual va a exponer sus ideas sobre el tránsito pulmonar de la sangre, se inicia con la cita de los pasajes bíblicos de los cuales Servet interpreta la verdad teológica de que el alma humana, como emanación de la divinidad, se encuentra en la sangre (Génesis 9, Levítico 7 y Deuteronomio 12).

La idea de la sangre como asiento del alma humana no es en absoluto original, pero aquí explica perfectamente como en un libro sobre cuestiones teológicas

se inserta un pasaje que se ocupa del tránsito pulmonar de la sangre.

Una vez sentado el principio teológico de que la sangre contiene al alma mediante argumentos teológicos, las citas bíblicas, Servet entra ya en materia propiamente médica, aunque sin abandonar nunca el tono teológico-dogmático que le caracteriza, y utiliza una combinación de argumentos basados en citas de Galeno, al que reconoce como su maestro a pesar de corregirlo, y de observaciones anatómicas directas.

Los argumentos médicos de observación directa que utiliza Servet son fundamentalmente dos: el gran tamaño de la arteria pulmonar (a la que llama vena arteriosa) hace pensar que la sangre que va a los pulmones lo hace en una cantidad muy superior a la necesaria para alimentar estos órganos, y en realidad la finalidad del tránsito pulmonar es que la sangre se mezcle con el aire inspirado. Por otra parte afirma que por las venas pulmonares (arteria venosa) no circula solo aire, sino aire mezclado con sangre.

Estos argumentos son análogos a los utilizados anteriormente por Ib-An-Nafis y posteriormente por Colombo y por el propio Harvey. La cuestión de las mútuas influencias se verá más adelante.

Pero Servet también utiliza citas galénicas para apoyar sus ideas, lo cual viene a corroborar que no se consideraba a sí mismo como un superador del esquema galénico, sino únicamente su corrector. Cuando intenta demostrar que la sangre que circula por la arteria pulmonar no va a alimentar a los pulmones, argumenta que en el embrión los pulmones se alimentan de otra manera, y cita en su apoyo a Galeno. Más adelante dice que la sangre atraviesa el tejido pulmonar de la vena arteriosa a la arteria venosa, de la misma manera como lo hace con el tejido hepático al pasar de la vena porta a la vena cava, tal como lo describió Galeno, el cual sin embargo no llegó a entrever que eran procesos parecidos.

En el siglo XIII, 300 años antes de que Servet y Colombo publicaran sus ideas sobre el tránsito pulmonar de la sangre, Ibn-al-Nafis, médico de Damasco, había escrito sobre el tema con argumentos muy parecidos. A partir de aquí se ha discutido mucho la cuestión de que si los escritos del árabe podían haber llegado a Occidente e influir de alguna manera en las ideas sobre el tránsito pulmonar de la sangre o de la circulación en general.

No existe ninguna prueba documental de que los escritos de al-Nafis fueran

conocidos por Servet, pero el hecho de que sus ideas teológicas sobre la Trinidad mostraran una clara influencia de la teología islámica han hecho pensar a algunos que nuestro hombre fuera un buen conocedor de los escritos árabes y, entre ellos, los de al-Nafis.

Pero el problema de la supuesta influencia de al-Nafis en Servet es parte de otro problema más general: el posible conocimiento que otros médicos y filósofos europeos pudieran tener de la obra del árabe. Existe una posible conexión que pasa a través de la república veneciana, citada por BARON FERNANDEZ (1970, 1973) y por TICOZZI (1813), que pasa por la familia veneciana de los Bongajo, oriunda de Mestre. Durante el siglo XIV los encontramos en la también véneta ciudad de Belluno, donde un Bongajo fue ennoblecido con el título de conde de Alpagó, con el que se conoció desde entonces a los miembros de esta familia.

Andrés Alpagó nació en Belluno alrededor del año 1450. Estudió medicina en Padua, siendo requerido por el consul veneciano de Damasco para desempeñar el puesto de médico en la representación consular. En Damasco fue discípulo de Muhammad Ibn Makki Sams al-Din.

Después de permanecer 30 años en Damasco, en 1517, Andrés Alpagó se trasladó a la ciudad de Nicosia en compañía de su sobrino, y en 1520 ambos regresaron a Belluno, llevando consigo gran número de manuscritos árabes que durante tantos años había ido coleccionando. En 1521 fue nombrado catedrático de medicina de la Universidad de Padua, falleciendo el mismo año sin llegar a desempeñar su magisterio.

La importancia de Alpagó estriba en valorar hasta que punto los manuscritos árabes de los que fue portador pudieron difundirse entre los médicos de Occidente e influir de alguna manera en el descubrimiento del tránsito pulmonar, cuya originalidad correspondería a Nafis, o por el contrario si el descubrimiento tuvo carácter independiente por parte de Servet y Colombo.

No hay ninguna constancia gráfica que acredite que los Alpagó, tío y sobrino, hicieran traducción al latín de las obras de Nafis. En 1527 apareció una edición latina del Canon realizada por Andrés Alpagó y publicada por su sobrino. Ni marginalmente ni en el texto figura ninguna nota que haga alusión a la circulación de la sangre ni a Nafis (COPPOLA, 1956).

Una segunda edición se publica en 1544 y otra en 1547. Esta última ha sido

estudiada por O'MALLEY (1957) y parece contener disidencias con respecto a la doctrina galénica de la circulación de la sangre, pero no son en absoluto concluyentes para probar la relación entre Nafis y el pensamiento médico en el norte de Italia en el siglo XVI.

A pesar de esta falta de pruebas escritas autores como BARON FERNANDEZ (1970, 1973) siguen insistiendo en la posibilidad de que los Alpago conocieran la obra de Nafis y que realizaran una transmisión oral de sus ideas en Padua. Cronológicamente ello es posible: Andrés Alpago llega a Venecia en 1520 y Colombo figura como profesor de la Universidad Paduana desde 1540. Pese a que Andrés Alpago falleció en 1521 su vinculación a la Universidad por su nombramiento como profesor electo hace suponer una estrecha relación con los anatomistas de la misma, que indudablemente mantuvo su sobrino Pablo.

Nuestra opinión es que si bien es posible que a través de los Alpago se tuviera conocimiento en Padua de las ideas de Nafis, ello no fue decisivo. Como veremos más adelante en esta Universidad se creo una via propia de investigación filosófica y médica, de corte neoaristotélico, que a efectos del tema que nos ocupa se inicia en Vesalio y culmina en Harvey, y pasa por Colombo, verdadero descubridor del tránsito pulmonar de la sangre con evidencias y argumentos propios, sin que sea necesaria en absoluto la hipótesis del conocimiento de la obra de Nafis.

En cuanto a Servet la posibilidad de que conociera la obra de Nafis es aun más remota, y el que su teología estuviera influida por la islámica no resulta ninguna prueba concluyente al respecto. Tampoco hay relación de Servet con Padua. En Paris coincidieron en las clases de Johan Günther Andrés Vesalio con Miguel de Villanueva, seudónimo que Servet utilizaba para escapar de sus habituales problemas con la Inquisición (BAYON, 1938) y no hay indicios de otra relación de nuestro hombre con los anatomistas paduanos.

Hemos utilizado conscientemente el término tránsito pulmonar de la sangre y no el de circulación menor para referirnos al descubrimiento de Nafis, Servet y Colombo. Se ha dicho en muchas ocasiones que Servet y Colombo descubrieron la circulación menor de la sangre y Harvey la mayor. Pensamos, al igual que PAGEL (1967) que no tiene sentido hablar de circulación menor a menos que no sea en referencia implícita al concepto de circulación de todo el sistema sanguíneo. En este sentido Harvey es el único descubridor de la circulación mayor y menor.

En el sistema de Servet, al igual que en el de Colombo, la sangre no circula,

y los esquemas fundamentales del galenismo siguen vivos. La sangre se "hace" en el hígado y solo una parte va al corazón para convertirse en sangre arterial. El cambio está únicamente, y no es poco, en que en vez de pasar del ventrículo derecho al izquierdo a través del tabique interventricular lo hace a través de los pulmones, y es allí donde se mezcla con el aire para generar el espíritu vital. En Servet, sin embargo, la mezcla de sangre y aire se inicia en los pulmones, pero no concluye hasta el ventrículo izquierdo:¹

"El espíritu vital tienen su origen en el ventrículo izquierdo del corazón, ayudando los pulmones principalmente a la generación del mismo."

Incluso el paso de la sangre a través del tabique interventricular no es negado de forma tajante:

"aquel tabique medio, estando falto de vasos y de condiciones, no puede ser apto para aquella elaboración y comunicación, aunque algo pueda resudar."

Hay sin embargo un punto importante en que el modelo de Servet se aparta del galenismo: la afirmación, de origen teológico, de que el alma se encuentra en la sangre. Esta misma idea la encontramos en Harvey y ello implica la unidad esencial de toda la sangre, tanto venosa como arterial tal como ha señalado WHITE (1986), lo cual se opone frontalmente a la idea galénica de los dos tipos de sangre, la venosa y la arterial, totalmente separadas y esencialmente distintas.

Nos hemos ya referido varias veces a la Universidad de Padua, cuyo ambiente neoaristotélico, particularmente en la Facultad de Medicina renovada por la obra de Andrés Vesalio, va ligada de forma indisoluble al descubrimiento de la circulación de la sangre y a sus precursores. La figura de Servet, sin embargo, queda al margen de los médicos paduanos. Si no ha podido probarse la influencia de al-Nafis, todavía resulta más improbable que los paduanos conocieran la obra de Servet. PAGEL (1967) señala que el *Christianismi Restitutio* se publicó seis años antes que el libro de Colombo, *De Re Anatomica*, por lo que es cronológicamente posible que Colombo conociera la obra del médico aragonés antes de publicar la suya propia, aunque no hay ninguna evidencia de ello.

¹ SERVET, M. (1553) *Christianismi Restitutio*. Viena del Delfinado, Libro V.

Por otra parte si consideramos que entre Calvino y los inquisidores católicos lograron destruir el libro casi en su totalidad, no conservándose en la actualidad más que dos ejemplares completos y uno incompleto, para nosotros es bastante improbable que Colombo o alguno de sus colegas tuviera conocimiento de la obra de Servet.

Antes hemos dicho que la Universidad de Padua desarrollo una via propia de investigación filosófica y médica que iba a culminar con el descubrimiento de la circulación de la sangre por Harvey. Es frecuente que los historiadores de la ciencia pongan mucho énfasis en el carácter neoplatónico de la revolución científica del siglo XVII, en su vertiente físico-abstracta los neoaristotélicos paduanos, que la tuvo de forma notable en los avances médico-biológicos.

Para los neoaristotélicos paduanos Aristóteles seguía siendo el maestro y el filósofo por excelencia, pero a diferencia de los escolásticos medievales creen que la obra del estagirita puede ser, si no mejorada, al menos continuada. Además se empeñan en llevar a la práctica la máxima aristotélica de que "todo conocimiento entra por la puerta de los sentidos", con lo cual se revalorizan enormemente las técnicas de observación y la confianza del observador en sus propios sentidos, incluso en contra de las opiniones del propio Aristóteles. Las obras de Colombo, de Cesalpino, de Fabrizio y del propio Harvey son una combinación de observaciones propias y de una aceptación crítica y tamizada de las enseñanzas del estagirita.

Pero el neoaristotelismo paduano también tuvo su vertiente filosófica y metodológica, y no solo médica. Fue en Padua donde Jacobo Zabarella (1532-1589) desarrolló una teoría de la inducción científica, de clarísimo cuño aristotélico, mediante la cual se llega a principios generales a partir de observaciones de ejemplos analizables, y de estos se vuelve a los hechos, construyendo una síntesis sistemática (PAGEL, 1967).

A partir de aquí vamos a analizar de forma sucinta las aportaciones de las tres grandes figuras paduanas ya mencionadas, Colombo, Cesalpino y Fabrizio, al problema de la circulación de la sangre y su influencia en Harvey.

Los descubrimientos de Renato Colombo (1516-1559) sobre el tránsito pulmonar de la sangre se recogen en su obra póstuma, *De Re Anatomica*, que apareció en 1560, un año después de su muerte. Se ha dicho en ocasiones que los argumentos de Colombo sobre el tránsito pulmonar de la sangre son idénticos a los de Servet y no aportan nada nuevo. Es cierto que el peso de su argumentación se basa en los mismos elementos que encontramos en Servet (y también en al-Nafis): el tamaño de

la arteria pulmonar y la presencia de sangre en las arterias pulmonares. Pero Colombo llega mucho más lejos: su argumentación se aparta de cualquier elemento teológico y se basa en observaciones médicas y fisiológicas. Cita experiencias propias que demuestran la existencia de sangre en las venas pulmonares; se plantea la cuestión de las válvulas del corazón que impiden cualquier reflujo de sangre; especula con la sístole y la diástole mostrando la incongruencia del modelo galénico en este punto y afirma que la generación de espíritus al mezclarse sangre y aire se debe producir en el pulmón y no en el ventrículo izquierdo.

Toda la argumentación de Harvey sobre el tránsito pulmonar de la sangre, que se expone en los capítulos VI y VII de *De Motu* se basa en los descubrimientos de Colombo, al que cita varias veces. Pero, a pesar de las críticas de Colombo al modelo galenista dominante, y a pesar de que sus experimentos están ya en una línea que va a llevar a *De Motu*, sus planteamientos no superan el galenismo. Colombo se plantea únicamente el problema del tránsito pulmonar de la sangre, pero no el problema de la circulación. A pesar de su formación aristotélica no introduce el esquema circular como hará Harvey, no pone en duda el papel del hígado como productor de sangre ni ningún otro de los preceptos galénicos que no afecten al tránsito pulmonar.

Andrea Cesalpino (1519-1603) ha sido considerado por algunos como el auténtico descubridor de la circulación de la sangre por las dos proposiciones al respecto que desarrolló en sus libros *Quaestionum peripateticarum*, *De Plantis* y *Quaestionum medicarum*. Estas proposiciones eran:

- 1) Hay un movimiento continuo de sangre de las venas al corazón y del corazón a las arterias.
- 2) Este flujo de sangre venosa hacia el corazón no se da solamente en la sangre que fluye por la vena cava inferior, sino también para las venas periféricas.

Sin embargo, y tal como ha mostrado PAGEL (1967), con un análisis en profundidad que aquí no podemos hacer por limitación de tiempo, Cesalpino no puede reivindicar de ninguna manera el haber presentado de forma clara e inequívoca la concepción de una circulación de TODA la sangre del organismo. Su discurso aparece lleno de afirmaciones ambiguas, cuando no de contradicciones, entre ciertas ideas que preveía, y el peso del dogmatismo galénico, que es muy fuerte en su obra a pesar de su formación aristotélica.

Cesalpino no tiene la idea de un movimiento centrípeto exclusivo de sangre en todas las venas, y sostiene todavía la idea de una anastomosis arterio-venosa. A veces llega a insinuar la existencia de dos circulaciones venosas, una que lleva sangre a los tejidos y otra que la devuelve al corazón, lo que sería una especie de circulación restringida. Además acepta la existencia de poros en el tabique interventricular, aunque sostiene que la cantidad de sangre que puede pasar por ellos es pequeña, lo que hace necesario el tránsito pulmonar de la sangre, que sirve además para refrigerar a la misma.

La utilización del término *circulatio* en Cesalpino para referirse al movimiento de la sangre también ha sido fuente de errores. En realidad el término se refiere a una idea del movimiento de la sangre como avance, enfriamiento y vuelta al punto de partida. En la fisiología aristotélica los dos puntos de enfriamiento eran el cerebro, por contener flema, y el pulmón por estar en contacto con el aire. Cesalpino toma esta última idea de Aristóteles y afirma, tal como hemos visto, que la sangre va al pulmón a enfriarse. De hecho el término *circulatio* en Cesalpino se refiere con más propiedad a una destilación química (o alquímica) que a una circulación tal como nosotros la entendemos.

Fabrizio Girolamo d'Aquapendente (1533-1619), fue el sucesor de Falopio en la cátedra de anatomía de Padua y maestro de Harvey. Su obra se dedicó especialmente a los estudios de embriología, pero su interés en nuestra historia se centra en la publicación en el año 1603 de su libro *De Venarum Ostiis* donde describe su descubrimiento de las válvulas de las venas. Buen observador pero con poca imaginación no supo interpretar este descubrimiento en un contexto fisiológico.

Robert Boyle (1627-1691), en su libro *Disquisición sobre las causas finales de los hechos naturales* narra una conversación con Harvey en la cual este afirma que el descubrimiento de la circulación de la sangre fue el resultado de la investigación de la causa final de estas válvulas de las venas descubiertas por Fabrizio. Esta idea ha sido aceptada por autores como PAGEL (1970).

Recientemente BYLEBYL (1982) en un interesante artículo ha puesto en duda esta interpretación. Sostiene que es altamente improbable que la anécdota sea cierta por dos tipos de razones: primero, que es difícil que la simple observación de las válvulas de las venas sea el factor primordial en la original concepción de Harvey del retorno de la sangre al corazón. Segundo, porque en los años posteriores Harvey no utilizó nunca como elemento demostrativo de su tesis la existencia de las mencionadas válvulas.

En polémicas posteriores vemos aparecer en ocasiones el tema de las válvulas como argumento utilizado por los partidarios de Harvey. Así Georges Ent, en su respuesta a las críticas de Parisano a la circulación de la sangre (1641) cita la existencia de las válvulas como un argumento a favor de la tesis de Harvey. En contraste HIGHMORE (1651) en su defensa de la teoría de la circulación, no menciona para nada a las válvulas.

Pensamos que es muy aventurado reducir las causas de un descubrimiento importante a un solo elemento. En el medio intelectual donde Harvey se formó, la Universidad de Padua, el tema del corazón y de la sangre era centro de interés, y había una cierta conciencia de que el modelo oficial, el galenista, estaba en crisis. Nos parece natural que Harvey se sintiera interesado por el problema, y es probable que el tema de las válvulas contribuyera a aumentar su interés, pero pensar que fue el único elemento causal del mismo nos parece un reduccionismo ingenuo.

Con William Harvey llegamos al personaje que es a la vez culminación de nuestra historia y punto final de la misma. Se ha escrito mucho sobre Harvey y no podemos, ni de lejos, agotar todos los temas e interrogantes que sugiere. Nos centraremos en dos cuestiones: la influencia aristotélica y la metodología harveyana.

Cuando se quiere hablar de la influencia aristotélica en Harvey hay que distinguir dos matices importantes: la influencia de Aristóteles en sus ideas biológicas, y la influencia en su metodología científica.

Nadie discute la influencia aristotélica en el pensamiento biológico y fisiológico de Harvey. La idea de circularidad, de retorno al punto de partida se encuentra por igual en la tesis de la circulación de la sangre que en las ideas de Harvey sobre la generación, y es de clarísimo cuño aristotélico.

Otro aspecto claramente aristotélico del pensamiento de Harvey se refiere a su concepto de principio vital o alma. Para Harvey, igual que para Aristóteles, este principio no puede existir separadamente del cuerpo lo que da a su concepción del cuerpo-alma un carácter marcadamente monista.

Frente a la fisiología galénica, descentralizada, o al menos con dos centros notables de producción de sangre, el corazón y el hígado, la fisiología harveyana está totalmente centralizada en el corazón, como la de Aristóteles. Harvey llega incluso a negar cualquier diferencia entre sangre venosa y sangre arterial.

Esta idea de circularidad estaba también presente en Cesalpino, tal como hemos visto, pero este no pudo llegar a las mismas conclusiones que Harvey por negarse a abandonar la idea galénica de la anastomosis arterio-venosa.

Si hay acuerdo general sobre la influencia aristotélica en el pensamiento biológico de Harvey, no ocurre lo mismo en cuanto pasamos a ocuparnos del problema de su metodología. Así para WHITTERIDGE (1971) Harvey utiliza un método hipotético deductivo que en poco puede distinguirse del de los científicos modernos. Para WEAR (1983), en cambio, Harvey utiliza un método que propiamente no es aristotélico ni moderno, sino el propio de los anatomistas, que arranca de la tradición galénica y que llega hasta él a través de Andrés Laurentius y Caspar Bauhin. Otros autores como PAGEL (1967, 1970) defienden que el método de Harvey es aristotélico, aunque en algunos puntos se aparte del estagirita, y presenta una innegable novedad: la cuantificación. Nosotros nos inclinamos por esta última versión.

En la introducción de su obra *De Generatione* Harvey establece una serie de principios metodológicos, la mayoría de los cuales son una continuación de los expuestos Aristóteles en la Física y en la Segunda Analítica. La inducción-deducción se revela como la base del método científico de Harvey.

A la hora de interpretar en función de los principios universales ya inducidos Harvey está ampliamente influenciado por la noción aristotélica de causa final.

Diversos autores (PLOCHMAN, 1963; LESKY, 1957, citados por PAGEL, 1957) han interpretado las ideas biológicas de Harvey sobre la circulación de la sangre y la generación en función de las cuatro causas aristotélicas.

En el capítulo 9 del *De Motu* encontramos de forma explícita los tres tipos de argumentos que Harvey utilizará en defensa de su tesis: el razonamiento cuantitativo, el experimento y la disección. El razonamiento cuantitativo usado por Harvey representa la línea de demarcación con sus predecesores y es un avance indiscutible con respecto al método aristotélico (PAGEL, 1967). Algunos autores como KILGOUR (1954) han querido minimizar la importancia de la cuantificación en Harvey, y otros han querido buscar antecedentes del método cuantitativo en Van Helmot (HOFF, 1964; HOWE, 1965) o en el propio Galeno (TEMKIN, 1961), pero es indiscutible la originalidad harveyana al respecto.

Pero la cuantificación no es el aspecto innovador de la obra de Harvey. El movimiento de la sangre y del corazón aparece sujeto a las leyes de la física y es por

tanto un modelo máquina, en el que se concibe al corazón como una bomba. A pesar de ello pensamos que esta visión mecanicista no ocupa una posición central relevante en la obra de Harvey: se presenta más como un ejemplo ilustrativo colateral que como una idea de importancia fundamental.

La propia cuantificación, aun cuando es un elemento importante en el proceso de investigación y en la argumentación demostrativa tampoco ocupa una posición central en la concepción harveyana de la naturaleza. La inclinación vitalista en Harvey es todavía muy grande. El corazón es la máquina hidráulica que regula al cuerpo, pero debe su rango a su posición de "arché" o "centro". Esto está en conformidad con el vitalismo aristotélico.

BIBLIOGRAFIA

BARON FERNANDEZ, J. (1970) *Miguel Servet*, Madrid.

---- (1973) *Historia de la Circulación de la Sangre*, Espasa Calpe, Madrid.

BAYON, P. (1938-39) "William Harvey, phisician and biologist, his precursors, oponents and sucesors", *Annals of Science*, 3 (1938), pp. 59-118 y 435-456; 4 (1939), pp. 65-106 y 329-389.

BITTAR, E. E. (1960) "The influence of Ibn Nafis", *Hamdart Med. Diq.*, 4, pp. 9-14.

BYLLEBYL, J. J. (1956) "Boyle and Harvey on the valves in the veins", *Bull. Hist. Med.*, XXX, pp. 44-77.

COPPOLA, E. (1956) "The discovery of the pulmonar circulación", *Bull. Hist. Med.*, XXX, pp. 44-77.

HARVEY, W. (1948) *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguis in animalibus* (versión castellana, estudio preliminar y notas de Pedro Lain Entralgo). Ed. El Centauro, Madrid.

---- (1948) *Exercitationes de generatione animalium* (Versión castellana, estudio preliminar y notas de Pedro Laín Entralgo). Ed. El Centauro, Madrid.

HOFF, H. E. (1964) "Nicolas de Cusa, van Helmot and Boyle, the firts experiments

of the Renaissance in quantitative Biology and Medicine", *J. Hist. Med.*, XIX, pp. 99-117.

HOWE, H. M. (1965) "A root of van Helmont's tree", *Isis*, pp. 408-419.

KILGOUR, F. G. (1954) "William Harvey's use of the quantitative method", *Yale J. Biol. Med.*, XXVI, pp. 410-421.

O'MALLEY (1957) "A latin traslación of Ibn Nafis (1547) related to the problem of the circulati3n of the blood", *Jour. Hist. Med.*, XII, pp. 248-253.

PAGEL, W. (1967) *William Harvey's biological ideas*. New York.

---- (1969-70) "William Harvey revisited", *History of Science*, 8 (1969), pp. 1-31; 9(1970), pp. 1-41.

SERVETO, M. (1553) *Christianismi restitutio*. Traducci3n al castellano por N. Mariscal (Madrid, 1943), citado en LOPEZ PIÑERO, J. M. (1969) *Medicina, Historia, Sociedad*. Ed. Ariel, Barcelona, pp. 106-109.

TEMKIN, O. (1961) "A galenic model for quantitative reasoning?", *Bull. Hist. Med.*, pp. 470-475.

TICOZZI, S. (1813) *Storia del letterati e degli artisti del dipartimento della Piave*. Tomo I, Belluno.

WEAR, A. (1983) "William Harvey and the way of the anatomist", *Hist. Sci.*, 21, pp. 223-249.

WEBSTER, C. (1967) "Harvey's *De Generatione*: its origins and relevance to the theory of circulation", *British Journal of History of Science*, 3, pp. 262-274.

WHITE, J. (1986) "William Harvey and the primacy of the blood", *Ann. Sci.*, 43, pp. 239-255.

WHITTERIDGE, G. (1971) *William Harvey and the circulation of the blood*. London-New York.