

## ¿CUÁNDΟ NACIÓ LA CIENCIA MODERNA?

*Alfredo de Micheli\****Homenaje a la memoria del Maestro Arturo Rosenblueth en el centenario de su natalicio****RESUMEN**

*Los sabios renacentistas rechazaban esencialmente las traducciones y los comentarios escolásticos de las obras de la antigüedad clásica, pero no llegaron a una visión moderna de la ciencia experimental. Además, la educación universitaria de aquella época tenía un dudoso valor para el desarrollo de las ciencias. La formación académica de los estudiantes era más bien precaria y las primeras asociaciones profesionales, como el “Royal College of Physicians” de Londres, no eran mejores. En lo referente a las influencias herméticas en el pensamiento renacentista, la magia reformada, culta y filosófica (la llamada magia blanca) era entonces el equivalente de la ciencia. Cuando el universo animista, operado por la magia, se transforma en el universo matemático, operado por la mecánica, ha llegado la era de la ciencia. Tal proceso se inició en la época posrenacentista y se desarrolló gradualmente en la senda del pensamiento fisicomatemático de Galileo y de sus discípulos: Borelli, Fabrizi, Santorio, Harvey etc., iniciadores de los estudios fisiológicos. Ellos introdujeron el método cuantitativo en la investigación fisiológica. La doctrina circulatoria de Harvey fue la primera explicación adecuada de un proceso orgánico y el punto de partida del camino hacia la fisiología experimental. Sin embargo, el médico de Folkestone no había salido del todo de la era precientífica, como se desprende de su monografía sobre la generación de los animales. En ésta, pasajes sugestivos del surgir del razonamiento científico moderno alternan con aseveraciones confusas, vagas y caprichosas. De hecho, la ciencia moderna no irrumpió súbitamente, sino que se elaboró y se afianzó gradualmente a partir del siglo XVII: el siglo de Galileo.*

**SUMMARY****ON THE ORIGINS OF MODERN SCIENCE**

*The Renaissance savants essentially repelled the scholastic translations and commentaries of the ancient writings. Nevertheless they did not reach a modern vision of the experimental science. Moreover, the education at the universities was not credited for the science's development. In fact, the academic training of students was rather precarious. The first professional associations, such as the “Royal College of Physicians” of London, were not any better. Regarding hermetic influence on the Renaissance thought, the cultured and philosophical reformed magic (the so called white magic) was the equivalent of science at the time. Once the animistic universe, operated by magic, is transformed into the mathematical universe, operated by mechanics, the era of science came into being. This movement began during the post-Renaissance age and gradually progressed following the physical-mathematical orientation of Galileo and his pupils: Borelli, Fabrizi, Santorio, Harvey, etc. They initiated the physiological studies and introduced the quantitative method into the research field. Harvey's circulatory doctrine was the first adequate explication of an organic phenomenon and a starting point for the way toward experimental physiology. However the English physician did not leave completely the pre-scientific era, as can be inferred from his monography on animals reproduction. In this work, some points suggesting the birth of modern scientific reasoning alternate with confused, vague and capricious assertions. In fact, the modern science did not arise suddenly, but was elaborated and sustained slowly starting from the XVII century: the Galileo's century.*

---

\* Del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. (INCICH. Juan Badiano No. 1, Col. Sección XVI, 14080, México, D.F.)

Aceptado: 7 de febrero del 2000

## RESUME

SUR LA NAISSANCE DE LA SCIENCE MODERNE

*Les savants de la Renaissance rejetaient surtout les traductions et les commentaires scolastiques des œuvres de l'antiquité classique, mais ils n'arrivèrent pas à avoir une vision moderne de la science expérimentale. D'autre part, à ce moment là, l'éducation universitaire n'avait qu'une valeur douteuse pour le développement des sciences. La formation académique des étudiants était plutôt précaire et les premières associations professionnelles, telles que le "Royal College of Physicians" de Londres, n'étaient pas meilleures. Au sujet des influences hermétiques sur la pensée de la Renaissance, la magie réformée, savante et philosophique (la magie blanche) était alors l'équivalent de la science. Quand l'univers animiste, dirigé par la magie, a évolué vers l'univers mathématique, manœuvré par la mécanique, l'heure de la science est arrivée. Ce processus commença après la Renaissance et se développa de façon graduelle suivant le chemin de la pensée physico-mathématique de Galilée et de ses disciples: Borelli, Fabrizi, Santorio, Harvey, etc., initiateurs des études de physiologie. Ils introduisirent la méthode quantitative dans la recherche physiologique. La doctrine d'Harvey sur la circulation du sang fut la première explication appropriée d'un processus organique et le point de départ du chemin vers la physiologie expérimentale. Toutefois le médecin de Folkestone n'était pas sorti tout à fait de l'ère préscientifique, ce qui ressort de sa monographie sur la génération des animaux. Dans celle-ci, des passages suggestifs de l'apparition du raisonnement scientifique moderne alternent avec des assertions confuses, vagues et capricieuses. En fait, la science moderne ne surgit pas tout à coup, mais fut élaborée et consolidée peu à peu en partant du XVII<sup>e</sup> siècle: le siècle de Galilée.*

**Palabras clave:** Renacimiento. Ciencia moderna. Ciencia renacentista. Ciencia posrenacentista.  
**Key words:** Renaissance. Modern science. Renaissance science. Post-renaissance science.

### LA CIENCIA RENACENTISTA

Entre las preocupaciones posteriores del ilustre fisiólogo Arturo Rosenblueth, estaba la de esculpir los orígenes de la ciencia moderna en la maraña (*sic*) del Renacimiento.<sup>1</sup> Pero la ciencia moderna, no nació en la época renacentista, sino en la posrenacentista. El Renacimiento no hizo más que preparar el terreno para su advenimiento.

La evaluación general de la ciencia renacentista comprende el examen de aparentes paradojas. Los sabios de aquella época esencialmente rechazaban las traducciones y los comentarios escolásticos de las obras de la antigüedad. Algunos exigían la creación de una filosofía y una ciencia completamente nuevas; muchos, sin embargo, se adherían al pensamiento antiguo después de asegurarse de que los textos eran fieles y no estaban adulterados. De todos modos, eran características de ese período una creciente confianza en la observación y una tendencia gradual hacia lo que entendemos ahora por experimentación, a saber, una verificación rigurosamente planeada y repetible de la teoría. Los sabios de aquel entonces re-

conocían y elogiaban a los maestros clásicos y veían en ellos un ejemplo a seguir. Los que rechazaban la física de Aristóteles, consideraban sus escritos sobre la generación y las partes de los animales como textos de importancia fundamental, sin tomar en cuenta que el Estagirita había estudiado sólo pequeños animales. Asimismo gozaba de gran autoridad el siracusano Arquímedes, que había realizado observaciones objetivas, mientras que, de los autores medievales, se citaban Roger Bacon (1214-1294), Pierre de Maricourt y Teodorico de Friburgo por sus estudios *experimentales*. El franciscano Roger Bacon había escrito: "Sin saber matemáticas, no es posible conocer las cosas de este mundo" y también: "El razonamiento no prueba nada, todo depende de la experiencia".<sup>2</sup> Los hombres de ciencia del siglo XVI no llegaron a una visión moderna de la experimentación, pero recurrieron a la evidencia fundamentada en la observación con mayor regularidad de lo antes acostumbrado. El "Códice Atlántico" de Leonardo de Vinci, descubierto en 1888, elogia "la sana experiencia, madre común de las ciencias y de las artes" y el "Trattato della pittura"

ra”, publicado póstumo en 1631, consideraba a la experiencia como “madre de toda certidumbre”. Pero la figura de Leonardo queda aislada en la soledad del genio.

Por lo que toca a las influencias herméticas en el pensamiento renacentista, cabe mencionar que la magia reformada, culta y filosófica (la llamada magia blanca) era entonces el equivalente de la ciencia, lo que en algunos momentos y en ciertos pensadores pasó a ser ciencia genuina. Fue ésta la base de la precicia del Renacimiento. Los filósofos naturalistas de la época no han perdido el contacto con sus orígenes en la visión mágica y dinámica de la naturaleza, que era propia de Marsilio Ficino, médico y autor de obras médicas. Como lo subraya acertadamente Frances Yates,<sup>3</sup> cuando el universo animista, operado por la magia, se transforma en el universo matemático, operado por la mecánica, ha llegado la era de la ciencia. Una mezcla embriagadora de misticismo y matemáticas, muy alejada de la ciencia moderna, constituyó un ingrediente esencial del nacimiento de esta última. Tal fenómeno se refleja, por ejemplo, en la cosmovisión de Johannes Kepler (1571-1630).

La educación universitaria, a su vez, tenía dudoso valor para el desarrollo de las ciencias. El humanista y filósofo Pierre de la Ramée, Petrus Ramus (1515-1572), relata que la formación académica de los estudiantes era más bien precaria. La Universidad de París, durante los siglos XVI y XVII, se consideraba como un baluarte de la medicina galénica. En Inglaterra, los estatutos isabelinos de Cambridge (1570) y el código de Oxford, debido al arzobispo anglicano William Laud (1636), mantenían oficialmente la autoridad de los antiguos. Las primeras asociaciones profesionales no eran mejores. El “Royal College of Physicians” de Londres, creado en 1518 por el humanista Thomas Linacre, desconfiaba de toda innovación. Cuando, en 1559, el Dr. John Geynes se atrevió a sugerir la posibilidad de que Galeno no fuera infalible, se desencadenó una reacción inmediata y violenta. Se obligó al incrédulo a retractarse públicamente para que pudiera ser readmitido en la corporación. Yatroquímicos tan influyentes como Daniel Sennert (1572-1637) y Andrés Libavius (1549-1616) convenían con Paracelso en que la química era un fundamento idóneo de la medicina y, por tanto, constituía la

ciencia principal. No obstante, se oponían a que las obras de Hipócrates, Aristóteles y Galeno fueran desecharadas. Sin embargo, cabe mencionar que en la Italia del siglo XV Niccoló de Lonigo (Leoniceno), catedrático en la Universidad de Ferrara, había señalado varios errores de Plinio y de otros autores clásicos.<sup>4</sup>

## UN OASIS FÉRTIL

Pese a todo, existía un oasis acogedor para los altos vuelos del pensamiento: la Universidad de Padua. Esta ciudad pensante de la Serenísima República Véneta era el lugar más cosmopolita de Europa, a saber, la matriz más fecunda para una ciencia nueva. Ahí el humanista Pier Paolo Vergerio había publicado, a principios del siglo XV, el opúsculo *De ingenuis moribus*, en donde afirmaba que “el primer paso hacia el conocimiento estriba en poder dudar; no hay cosa tan contraria al saber cuanto el presumir de la propia doctrina y confiar demasiado en el propio intelecto, porque la jactancia apaga el amor al estudio y la necia confianza en sí mismo lo amortigua. De esta manera el individuo presumido llega a engañarse, lo que resulta bastante cómodo pero a menudo sumamente perjudicial...”<sup>5</sup>

Copérnico fue alumno del ateneo paduano en los primeros años del siglo XVI; amén de matemático y astrónomo, era también médico. En el hospital universitario de San Francesco, hacia mediados de ese siglo, se iniciaron las verdaderas lecciones clínicas a la cabecera del enfermo, por iniciativa del Doctor Giovanni Battista de Monte. Y seguía vivo el recuerdo de las enseñanzas de Andrea Vesalio, que ahí se recibió de médico en 1537, obtuvo pronto la cátedra de anatomía y publicó en 1543 la primera edición del célebre tratado anatómico *De humani corporis fabrica*.<sup>6</sup> Su sucesor fue Realdo Colombo, quien había sido su ayudante y, en 1559, publicó el tratado *De re anatomica, libri quindecim*,<sup>7</sup> en que describe la circulación pulmonar con base en sus investigaciones directas. Colombo fue sucedido por Gabriele Falloppio y se llegó así a Gerolamo Fabrizi de Acquapendente, tutor de William Harvey. Tanto Fabrizi como Santorio Santorio, otro catedrático paduano, estuvieron influidos por el pensamiento fisicomatemático de Galileo (*Figura 1*), quien enseñó en aquella universidad desde fines del siglo XVI hasta los pri-

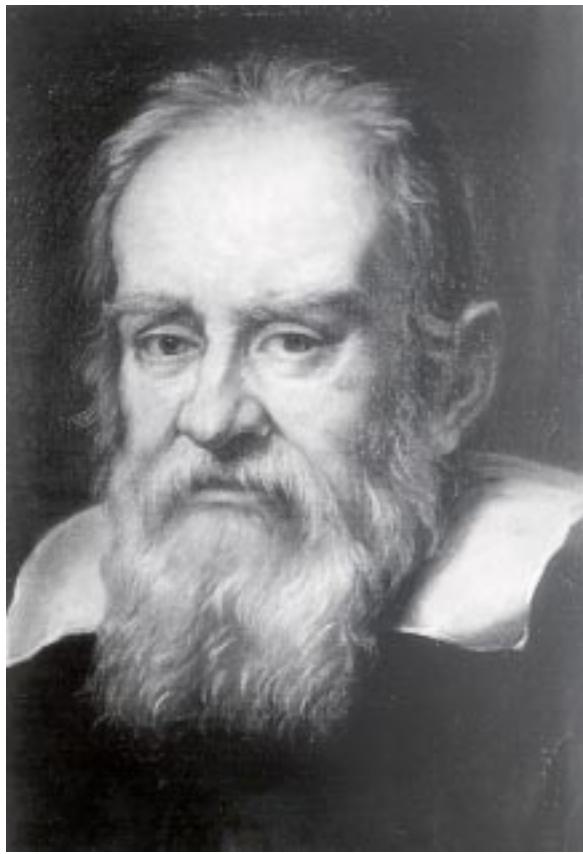


FIG. 1: Galileo Galilei (1564-1642)

meros años del siglo XVII. Santorio introdujo el concepto cuantitativo de la “pesada” en la investigación fisiológica. Fue alumno de Galileo, en los años 1599-1600, el inglés William Harvey descubridor de la circulación sistémica, que asistió a los cursos sobre la geometría de Euclides y sobre la esfera (*Figura 2*).

#### LA CIENCIA POSRENACENTISTA

La nueva anatomía y los antecedentes de la doctrina circulatoria aparecen vinculados principalmente a dicha universidad véneta. Pero en ésta se daba aún gran importancia a las obras de Aristóteles y a las de Galeno. La influencia de tales personajes aparece siempre presente en figuras destacadas del avance científico de la época. Todos deseaban la corrección de los errores que adulteraban los textos clásicos, mas nadie pensó en desechar o reemplazar a los antiguos.<sup>8</sup> Por lo que atañe a Harvey, éste se consideró aristotélico y galenista hasta el fin de sus días. El descubri-



FIG. 2: Apuntes del curso de Galileo sobre la esfera.

miento de la circulación sanguínea se considera actualmente como el único adelanto fisiológico de principios del siglo XVII, comparable a los avances contemporáneos de las ciencias físicas. La historia de tal hazaña podría escribirse fácilmente desde el punto de vista del avance progresivo del conocimiento. El médico de Folkestone se refería a experimentos auténticos -no imaginados- y aducía irrefutables argumentos cuantitativos. Se ha sugerido con justicia que su obra fuera la primera explicación adecuada de un proceso orgánico y el punto de partida del camino hacia la fisiología experimental. Después de él, cambió la actitud de los científicos ante los fenómenos vitales. No sólo descubrió la circulación sistémica y el papel real de la actividad cardiaca, sino que aportó al siglo XVII, en que germinaban nuevas formas de pensamiento, una profunda renovación del razonamiento médico, hasta entonces esclavo de la formidable influencia de las tradiciones antiguas. En aquella época, el pensamiento científico moderno estaba naciendo trabajosamente.

El grado de la admiración de Harvey hacia los antiguos puede apreciarse en su monografía *De motu cordis...* (1628),<sup>9</sup> donde él parece bien dispuesto a atribuir a Galeno el descubrimiento de la circulación pulmonar. Se nota asimismo en el análisis del método científico que hace en su otra monografía *De generatione animalium* (1651), basándose en gran medida en los “Analíticos” y en la “Física” de Aristóteles. La monografía *De motu cordis...*, breve y concisa, muestra un profundo conocimiento de la literatura anatómica y la evidencia de observaciones experimentales propias. El autor trata en primer lugar del corazón, que había examinado cuidadosamente, junto con el movimiento de la sangre, en unas cuarenta especies animales. Había notado que, en todos los casos, el corazón se endurecía al contraerse mientras que, a medida que se desarrollaba la contracción, las arterias se expandían. Puesto que tales expansiones periódicas podían apreciarse en la muñeca en forma de pulsaciones, él supuso acertadamente que esto ocurría porque la sangre era bombeada hacia las arterias. La actividad cardíaca era comparable, pues, a la de un fuelle hidráulico.

Los ambientes conservadores, como la Sorbona de París, rechazaron la doctrina circulatoria. Sin embargo, los conceptos expresados por Harvey en su primer ensayo anatómico dedicado a Jean Riolan, catedrático de anatomía en la Sorbona y detractor de la doctrina harveyana, bien podrían atribuirse a Locke y a los *sensualistas* del siglo XVIII. Amerita recordarse que tales conceptos ya habían sido enunciados, en el siglo XVI, por Bernardino Telesio, inspirador de las utopías científicas expuestas en la “Ciudad del sol” (1623) de su coterráneo Tommaso Campanella y en la “Nueva Atlántida” (1627) de Francis Bacon.

Algunos de los defensores tempranos de la circulación sanguínea no eran científicos puros. Robert Fludd, autor del primer libro publicado en apoyo a dicha doctrina, consideraba una circulación mística de la sangre conforme a las ideas de los rosacrucios. Kenelm Digby, otro ardiente defensor de la doctrina circulatoria,<sup>10</sup> era un adepto al ocultismo. Descartes, que no era médico, escribió en su “Discurso del método” (1637) que Harvey tenía razón en afirmar que el movimiento de la sangre no es más que una circulación *perpetua*. No obstante formuló ciertas reservas erróneas en cuanto al papel activo del

corazón, claramente demostrado por Harvey. Un verdadero científico era el doctor George Ent, egresado de la Universidad de Padua, partidario entusiasta de la doctrina harveyana y uno de los primeros miembros de la “Royal Society” de Londres. Fue también simpatizante de dicha doctrina el rey de Francia Louis XIV, quien encargó al cirujano Pierre Dionis la tarea de enseñarla en una cátedra creada *ad hoc* (1672) en el “Jardin des plantes” de París.

Por otra parte, las investigaciones harveyanas sobre la reproducción de los gamos, de los ciervos y de los corzos, se exponen en la monografía *De generatione animalium*, cuyo capítulo 63 lleva como título: “Donde se verá que un huevo es el origen común de todos los animales”. Ciertos pasajes del texto dan la impresión de corresponder al nacimiento del método experimental y del razonamiento científico moderno. Por ejemplo, las observaciones sobre el útero de las gamas, después del coito, representan casi un modelo de la técnica experimental de nuestros días.<sup>11</sup> Sin embargo, tales pasajes alternan con las aseveraciones más confusas, vagas y caprichosas, rescoldo de la era precientífica de la que el autor no había salido del todo.

En realidad el espíritu científico, que representa sólo una faceta del espíritu humano, se halla en continuo devenir. De ahí la multiplicidad y lo cambiante de las posiciones de quienes han reflexionado y reflexionan sobre la teoría de la ciencia.<sup>12</sup> Cada investigador ha tratado de interpretar sus experiencias desde su propio punto de vista. Ninguno ha alcanzado la Verdad, pero todos nos han enseñado un método de buscar tal verdad. Es esto lo que se debe comprender: no importa tanto si es verdad lo que han dicho, sino que si es adecuado el método con el que han intentado responder a sus interrogantes. Cabe invocar una aseveración del Estagirita: “Cada uno aporta algo propio a la verdad...”<sup>13</sup> Pero persiste un hilo conductor único a través de los siglos: la exigencia ineludible de un fundamento racional del quehacer científico.

## ENFOQUES ACTUALES

Actualmente cada ciencia sale de su aislamiento y se obtiene la unidad por medio de lazos, siempre más numerosos, entre todas las partes del saber. La ciencia actual admite las relaciones imprevistas, tolera la convivencia entre múltiples y diversas re-

agrupaciones, acepta una continua reorganización y, por su debilidad, se opone a la rigidez positivista.<sup>14</sup> Bajo las diversas aptitudes para ser matemático, biólogo o historiador, el espíritu científico tiene siempre las mismas características fundamentales, además de las exigencias comunes de verificabilidad y objetividad. Definen éstas -en el sentido propio de tal palabra, limitan- el conocimiento científico ante las demás formas de conocimiento.<sup>15</sup>

A su vez, Ilya Prigogine, el “poeta de la termodinámica”, hace hincapié en el papel preeminente del diálogo experimental, elemento constitutivo de la ciencia de hoy. Adopta al mismo tiempo un relativismo histórico, que hace depender la verdad de las teorías científicas del contexto cultural en el cual se formulan. De hecho, las ciencias “no pueden separarse de la aventura humana...”.<sup>16</sup> Según dicho autor, la nueva ciencia del devenir logra superar el mito determinista de la ciencia clásica con “el descubrimiento de los procesos de organización espontánea y de las estructuras disipativas o del no-equilibrio”.<sup>17</sup> El no-equilibrio constituye, pues, el dominio por excelencia de la multiplicidad de soluciones.<sup>18</sup> Mientras que la ciencia clásica dejaba los fenómenos de la vida al margen de la naturaleza, hoy día es posible establecer una coherencia entre física y biología, que permite concebir los caracteres propios de lo viviente en el contexto de la nueva física.<sup>19</sup> Desde el punto de vista científico, Prigogine es un realista epistemológico y concibe la ciencia como un descubrimiento de la naturaleza. En el aspecto filosófico, es un idealista y considera la ciencia como una actividad creadora de “lenguajes nuevos, en particular de lenguajes matemáticos, que permitan introducir distinciones inaccesibles al lenguaje natural”.

## CONCLUSIÓN

De las consideraciones antes expuestas se desprende el hecho de que la ciencia moderna no

emergió súbitamente, cual Venus Anadiomena surgida de la espuma del mar. Se estructuró gradualmente en la época posrenacentista -y sobre todo a partir de la segunda mitad del siglo XVII- gracias al método fisicomatemático introducido por Galileo y seguido por sus discípulos directos e indirectos. El método científico se afinó y se afianzó progresivamente en el transcurso de los siglos. Nos lo recuerda el conocido aforismo de Gaston Bachelard:<sup>20</sup> “El espíritu científico debe formarse reformándose”. Es éste, en la actualidad, un tema fundamental de la epistemología y en particular de las corrientes constructivistas, inspiradas tal vez en el subjetivismo de la Escuela de Marburgo.<sup>21</sup>

La identidad actual del constructivismo epistemológico ha sido determinada esencialmente por ciertos éxitos de la sociología de la percepción, así como de la epistemología genética de Jean Piaget, de las ciencias cognoscitivas y de la sociología del conocimiento. Esta teoría se aplica en la problemática del concepto de “mundo”, entendido como un correlato de nuestros conocimientos. Tal mundo debe considerarse como un producto de la funcionalidad de ciertos “esquemas mentales” en algunos logros del empirismo pospositivista (M.B. Arbib y M.B. Hesse: *The construction of reality*. 1986).

Por lo que toca a la filosofía de las matemáticas, se contrapone sobre todo a ciertas formas de platonismo, puesto que coloca en una posición central no el concepto tradicional de la “verdad”, sino aquél de “demostrabilidad”, que se basa en una lógica distinta a la lógica clásica (Dick Van Dalem, Dag Prawitz, Per Martin-Löf, A.S. Troelstra). Las características de tal filosofía de las matemáticas, ya desarrollada en la década de 1930-1940, despiertan hoy día un interés renovado debido también a sus aplicaciones prometedoras en el campo de la “computer science” y en el de la física cuántica.

## REFERENCIAS

1. PÉREZ TAMAYO R: *Arturo Rosenblueth y la filosofía de la ciencia*. Ciencia y Desarrollo 1984; 54: 85-100.
2. LAÍN ENTRALGO P: *Historia de la Medicina*. Barcelona. Salvat Ed., 1978: 203.
3. YATES FA: *Renacimiento y Reforma. La contribución italiana*. (Trad. T. Segovia). México. FCE, 1991: 187ss.
4. LEONICENO N: *Plinii et aliorum plurium auctorum qui de simplicibus medicaminibus scripserunt errores notati*. Ferrara, 1492.
5. GARIN E: *Educazione umanistica in Italia*. Roma-Bari. Ed. Laterza, 1975: 104.
6. VESALIO A: *De humani corporis fabrica, libri septem*. Basilea. I. Oporinus, 1543.
7. COLOMBO R: *De re anatomica, libri quindecim*. Venecia. Bevilacqua, 1559.
8. DEBUS AG: *El hombre y la naturaleza en el Renacimiento*. México. FCE, 1985: 137.
9. HARVEY W: *De motu cordis et sanguinis in animalibus*. Francfort del Main. W. Fitzer, 1628.
10. DIGBY K: *Two treatises in the one of which the nature of bodies, in the other the nature of man's soule is looked into*. Paris, 1644.
11. HAMBURGER J: *El diario de William Harvey*. México. FCE, 1985: 140.
12. SCRIVEN MJ: *Filosofía de la ciencia*. En *Ensayos científicos*. México. CONACYT, 1982: 89-106.
13. ARISTÓTELES: *Ética eudemia*. (Trad y com. A. Gómez Robledo). México. UNAM, 1994: Ib, 1216b 26-33.
14. BLANCHÉ R: *La epistemología*. (Trad A. Giralt Pont). Barcelona. Oikos-tau S.A., 1973: 58-59.
15. HAMBURGER J: *Los límites del conocimiento*. (Trad. C. Vallés Lazo). México. FCE, 1986: 163.
16. PRIGOGINE I: *Entre el tiempo y la eternidad*. Madrid. Alianza Editorial, 1991: 212.
17. PRIGOGINE I, STENGERS I: *La nueva alianza*. Madrid. Alianza Editorial, 1990: 41.
18. PRIGOGINE I: *El nacimiento del tiempo*. (Trad. J.M. Pons). 3<sup>a</sup> Ed. Barcelona. Tusquets Ed., 1998: 49-50.
19. LOMBARDI O: *PRIGOGINE, Ciencia y realidad*. Crítica 1998; 30 (No. 90): 47-75.
20. BACHELARD G: *Le nouvel esprit scientifique*. París. PUF, 1934.
21. HESSEN J: *Teoría del conocimiento*. (Trad. R. Mares). México. Grupo Editorial Tomo S.A., 1998: 108-109.