

## BENITO ARIAS MONTANO Y EL ESTUDIO DE LOS FLUIDOS

J.M. COBOS BUENO  
J.M. VAQUERO MARTINEZ  
Universidad de Extremadura

### RESUMEN

*Este trabajo es una aproximación a Arias Montano como científico. Esta faceta ha sido ignorada por los investigadores y sólo se ha estudiado a este personaje desde otros puntos de vista. En este trabajo, se muestra a Arias Montano como un renacentista sensu stricto. Finalmente, se presenta la traducción del epígrafe De circulo aquarum et fluminum de la Naturae Historia de Benito Arias Montano. Aquí se descubre a Arias Montano como científico y precursor de la presión atmosférica.*

### ABSTRACT

*This paper approaches Arias Montano as a scientist. This characteristic has been ignored by researchers, who have only studied this author from others point of view. Arias Montano appears here as a Renaissance man sensu stricto. Finally, the translation of De circulo aquarum et fluminum in Arias Montano's Naturae Historia is presented. Arias Montano is discovered like a scientist and precursor of atmosphere pressure.*

Palabras clave: Física, Siglo XVI, Arias Montano.

### Introducción

Arias Montano es una figura indiscutible del renacimiento en España y, aunque tardíamente, se va recuperando y estudiando su obra. El que Arias Montano estuviera al corriente de los problemas científicos que preocupaban a los hombres de su época parece una opinión gratuita puesto que, como hombre del Renacimiento, estaba al corriente de todo el pensamiento de su momento histórico. La justificación de que el frexnense no figure en la literatura científica especializada habría que buscarla en el ostracismo en que es sumido a

partir de su muerte y que al empezar a recuperar<sup>1</sup> su excelsa figura se hace en muchas de las facetas en que se reconoce sus amplios saberes, fundamentalmente como escritorista. Si además se agrega el que hasta la fecha no exista traducción de su obra *Naturae Historia*, suman factores suficientes para tal justificación.

En la primera mitad del siglo XVII, cristaliza el pensamiento renacentista rompiendo el cordón umbilical con la cultura antigua y abriendo el período moderno<sup>2</sup>. El mundo científico de finales del siglo XV y principios del XVI se caracteriza por la individualidad. Personajes que al margen de las instituciones y en muchos casos en contra de ellas, pero siempre con el apoyo de un mecenas, realizan una labor que hace que la ciencia vaya transformándose. La recuperación de los textos griegos originales, caída de Constantinopla en poder de los turcos, invención de la imprenta y la llegada de españoles a América son hechos que marcan la entrada del siglo XVI.

La llegada de Nebrija a España hace que se destierren los textos bajomedievales y que los planteamientos renacentistas alcancen buen puerto. Elio Antonio de Nebrija (1441-1522), estuvo relacionado con las dos universidades más importantes de España: Salamanca y Alcalá de Henares. Realizó una aceptable labor como recuperador y divulgador de obras científicas, como son: tablas, metrología (tanto de longitudes, como de pesos y medidas), dactilomía, etc. [BENITEZ, 1946; COTARELO, 1947; VIGIL & RUIZ, 1944]. Conjuntamente con Nebrija, el cardenal Cisneros también da un buen impulso<sup>3</sup>. La reforma emprendida en Europa y el coste de mantener el Imperio, no sólo económico, hacen que no soplen buenos vientos para la serenidad de espíritu que requiere el científico. Un testimonio bastante revelador nos lo ha dejado Juan Luis Vives cuando en carta a Erasmo, el 10 de mayo de 1534, le dice:

"Estamos pasando por tiempos difíciles, en que no se puede hablar ni callar sin peligro. En España han sido encarcelados Vergara y su hermano Tovar, como también otros hombres doctos. En Inglaterra, los obispos de Rochester y de Londres, y Tomás Moro" [BATAILLON, 1979, p. 490].

Bataillon continúa:

"Vives bien informado por Rodrigo Manrique, hubiera podido completar este cuadro conmovedor con las persecuciones de que son víctimas en París los Lectores Reales a consecuencias del discurso de Nicolás Cope" [BATAILLON, 1979, p. 490].

Se entiende que la mayoría de las obras que aparecen se escriban en un lenguaje que podríamos titular para *iniciados*<sup>4</sup> y que más expresivo sería decir lenguaje hermético. A pesar de esta situación, no deja de haber individualidades

que nos han dejado testimonios que ponen de manifiesto el no estar de acuerdo con esta situación. Este es el caso de Pedro Sánchez Ciruelo que en el *Diálogo* que incluye en su comentario a la *Esfera* de Sacrobosco dice:

"Grande es, desde luego, la insensatez de ciertos hombres que piensan que es indigno y cruel que alguien corrija o cambie lo que los antiguos dijeron, (aunque ello se haga para mayor aclaración de la verdad). Como si con ello se denigrase o borrasen sus nombres eternamente. Y, por supuesto, precisamente esta opinión ha engañado a muchos. A nadie, por cierto, verías que con ánimo sereno y no un tanto airado oyese que a las obras de los antiguos autores se les critica o se les contradice de cualquier modo" [ALBARES, 1996, p. 199].

Otro testimonio es el de Francisco Sánchez *El Brocense*. Es sabido que entre 1593 y 1595 al extremeño se le abre un proceso inquisitorial que dura hasta 1600. De las declaraciones de tal proceso queremos destacar las que hace el 20 de noviembre de 1600 en Valladolid:

"[...] que en quanto a las cosas que son articulos de fee. el siempre tiene captiuado en el entendimiento a la obediencia de la fee pero que en las otras que no son de fee. no quiere captiuar su entendimiento sino interpretarlas conforme a lo que ha estudiado. Y que lo mismo haze con los autores antiguos porque a Platon y Aristotiles sino es que le conuençan con razon No quiere creerlos y asi tiene scripto contra ellos y que quando comenco a estudiar sumulas este. a las tres o quatro lecciones. dixo este. juro a dios y a esta Cruz de no Creeros palabra que me digais diziendolo por los maestros que entonces lejan sumulas. y que asi tiene por malo creer a los maestros. por que para que vno sepa. es neçesario no creerlos sino ver lo que dizen. Como euclides y otros maestros de mathematicas que no piden que los crean sino que con la razon o evidencia entiendan lo que dizen" [GONZALEZ DE LA CALLE, 1923, pp. 424-425].

Arias Montano será, aunque firme, más comedido y así en carta dirigida al deán de Granada, con motivo del asunto de los *libros plúmbeos* el 4 de mayo de 1593 le dice:

"[...] Porque yo en las cosas de fe siempre he tomado por fundamento la divina Escritura y la declaración de la Iglesia concerniente a la escritura. Fuera de los dos fundamentos, que se reducen a uno firme, lo demás no me hace ni aun opinión fuerte. En las cosas naturales también he procurado saber lo que la escritura enseña, y, cuando no alcanzase esto, procuro la razón que no contradiga a experiencia. En los historiales ordinariamente he seguido los autores del mismo tiempo o cercanos a él, desnudos de afecto. Y a lo que por estas vías no averiguo téngolo por incierto o por opinión, y así lo refiero. Testigo es vuestra Merced que en el Concilio de Trento seguí este uso, y en los de Salamanca y Toledo, como lo saben los que se hallaron en ellos; y en mis escritos y coloquios lo hago así" [CABANELAS, 1969-1970, p. 17].

En estas coordenadas se van a mover los científicos europeos durante todo el siglo XVI. Aún más, esta situación permanecerá en España casi tres siglos más.

El último tercio del siglo XV y la primera mitad del XVI las instituciones que en España se dedican a la Ciencia se caracterizan por la recuperación de autores y textos greco-latinos. Dos corrientes dominan la cultura científica académica de este siglo: el escolasticismo arabizado de origen bajomedieval y el humanismo renacentista *sensu stricto* [LOPEZ PIÑERO, 1979, p. 150].

A lo que López Piñero llama renacentista *sensu stricto*, Albares llama humanista científico y lo caracteriza por cuatro puntos:

1. Integración de Humanidades y Ciencia [...]
2. Conciencia de modernidad [...]
3. Nueva concepción progresiva del saber [...]
4. Dominio de los géneros literarios y retóricos renacentistas, aplicados con funciones didácticas y difusoras" [ALBARES, 1996, p. 180].

La pregunta *¿qué formación tenían nuestros científicos?* tiene una respuesta muy variada puesto que la recuperación de los textos clásicos greco-latinos tiene consecuencias que podríamos sintetizarlas, con el riesgo de caer en el simplismo, en:

1. Aunque no se llegara a una nueva reformulación, ni siquiera a una crítica abierta, los estudiosos, al hacer nuevas observaciones y descripciones se dan cuenta de la insuficiencia de los esquemas tradicionales,

esto lo intentan justificar:

2. Rectificando sólo detalles que no implicaban la ruptura con las doctrinas clásicas, ni con las bases que las sustentaban;

y como consecuencia:

3. Se producen crisis parciales que conducen a renovaciones profundas pero sólo en sectores concretos de la actividad científica.

Podríamos concretar más diciendo: El humanismo permitió la depuración de los textos clásicos y planteó la necesidad de entender *auténticamente* los autores científicos antiguos. Esto se acompaña con la comparación de su contenido con la observación de la realidad. La comprobación de lagunas y

contradicciones condujo a la crisis del criterio de autoridad como base del científico.

*Humanistas científicos* o *científicos en 'sensu stricto'* serían, sin ánimo de ser exhaustivos, Juan de Celaya, Abraham Zacut, Diego de Torres, Rodrigo Basurto, Nebrija, Núñez de la Yerva, Pedro Sánchez Ciruelo, *El Brocense*, etc. y desde luego Benito Arias Montano.

Las instituciones que se colocan a la cabeza son las universidades de Salamanca y Alcalá. Pero otros hechos relevantes, y no menos importante, marcarán este siglo. El intercambio con América significará que Sevilla pase *de ser capital del Sur a emporio mundial* [LOPEZ PIÑERO, 1979, p. 62]. Esta situación de Sevilla no tiene reflejo en su Universidad, sino que se crea la conocida como *Casa de Contratación*, verdadera *Universidad de Marear*<sup>5</sup>, donde buena parte de Europa aprendió a navegar durante el siglo XVI<sup>6</sup>.

También hay que destacar la creación de Bibliotecas, en particular la de Alcalá, Felipe II, y la Colombina, Hernando Colón; los hospitales, en particular la Escuela de Medicina de Guadalupe; la creación de la Escuela de Matemáticas por Felipe II, cuyo primer director fue Juan de Herrera.

Ahora bien, la situación de la Ciencia no era tan boyante como se podría pensar, puesto que, como es sabido, la estructura universitaria estaba integrada por la Facultad de Artes, con carácter preparatorio, y por las cuatro facultades mayores: Teología, Cánones, Leyes y Medicina. Lo que entendemos como ciencias se estudiaba entre las facultades de Medicina y Artes a la que correspondía teóricamente la docencia en Filosofía Natural, Cosmografía y Matemáticas<sup>7</sup>.

La Matemática, cuando se funda la Universidad de Alcalá, sirviendo como texto Euclides, se compone de:

1. Aritmética práctica, perspectiva y Geometría.
2. Esfera, Astrolabio, Geografía, Navegación.
3. Teóricos, Tablas, Cronología [GUTIERREZ ZULUOGA, 1996, pp. 73-74].

El paso de los años no hace que se modifiquen estos planteamientos. Así, en la Universidad de Salamanca<sup>8</sup> según los estatutos de 1561 era:

"En la Cátedra de Astrología, el primer año se lea en los ocho meses *Esphera y Theoricas de planetas* y unas tablas; en la substitución, astrolobio.

El segundo año, seis libros de Euclides y Arithmética hasta las raíces cuadradas y cúbicas, y el *Almagesto* de Ptolomeo, o su epítome de Monte Regio, o Geber o copérnico, al voto de los oyentes; en la substitución, la esfera.

El tercer año, Cosmographía o geographía, un introductorio de judiciana y perspectiva o un instrumento al voto de los oyentes" [LOPEZ PIÑERO, 1979, p. 185].

Aristóteles era seguido en la Filosofía Natural.

Como se ha dicho, las dos ciudades universitarias, durante el siglo XVI, por antonomasia, son Salamanca y Alcalá. La primera llegó a tener 7.000 estudiantes con una población de veinticinco mil habitantes; Alcalá era una ciudad con poco más de diez mil habitantes y su alumnado osciló entre mil y dos mil [LOPEZ PIÑERO, 1979, p. 62].

La tradición científica la mantenía el clero<sup>9</sup> pero también fue el núcleo que más se opuso a la renovación. Excepto individualidades<sup>10</sup>, tendió a subordinar la ciencia a la Filosofía y Teología<sup>11</sup>. Esta actitud es más relevante con la Contrarreforma.

La importancia del clero nos la da J.M. López Piñero. Estudiando una muestra de 572 biografías dice que entre 1481-1600 en España entre clero regular y secular había un total de 107 que se dedicaban a cultivar la ciencia, lo que significa un porcentaje del 18,70 por ciento del total [LOPEZ PIÑERO, 1979, p. 49]. De estos 107, a la Filosofía Natural se dedicaban 33 y a Historia Natural 9 [LOPEZ PIÑERO, 1979, p. 57].

Durante el siglo XVI la Filosofía Natural era sinónima de la Física actual. Esta seguía ligada a planteamientos ideológicos de carácter especulativo, que aunque de distintas formas dependía de las doctrinas aristotélicas. A pesar de lo dicho aparecen algunas tendencias que introducen elementos favorables a acercamientos a la realidad próximos o preparatorios al científico.

La tendencia más importante fue la que resultó de la integración de dos tradiciones bajomedievales: la doctrina del *impetus* de los nominalistas parisinos (Oresme, Buridan, Alberto de Sajonia) y la cinemática formalista de los *calculadores*<sup>12</sup> de Oxford (Bradwardine, Heytesbuy, Swineshead, Dumbleton) [LOPEZ PIÑERO, 1979, p. 229].

Esta simbiosis nominalista-calculadores tuvo su punto álgido al final del siglo XV y principios del XVI y su centro fue la Universidad de París por la enseñanza en el Colegio de Montague del español Jerónimo Pardo y el escocés

John Mair. Entre los españoles que se educaron en esta corriente destacan: Tomás Durán, Gaspar Lax, Juan Martínez Silíceo y Pedro Sánchez Ciruelo<sup>13</sup>. Todos ellos jugaron un papel importante en la ciencia española del siglo XVI. El extremeño Juan Martínez Silíceo fue catedrático de Filosofía Natural en Salamanca; Gaspar Lax publicó unas *Questiones physiques* (1527) y Ciruelo unas *Paradoxas quaestiones* (1538) que tratan entre otras cosas de problemas de física [LOPEZ PIÑERO, 1979, p. 229]. El momento cumbre de esta reflexión hispana sobre el movimiento se produjo con Domingo de Soto. Fue éste el primero en establecer que el movimiento de los graves es un caso de *movimiento uniformemente diforme respecto del tiempo*, es decir, movimiento uniformemente acelerado. Hasta este siglo, el honor de este descubrimiento había sido para Galileo. Y aún hoy, se denomina *enigma de Domingo de Soto* al hecho de que muy pocas personas se dieron cuenta del genial descubrimiento del pensador español.

Por último, debemos reseñar que cuando Arias Montano llega a Alcalá han pasado profesores, en las materias científicas, como Pedro Sánchez Ciruelo, Domingo de Soto y Elio Antonio de Nebrija que es previsible que, aunque oficialmente tuvieran que impartir unos estudios cuyos contenidos estaban estipulados por bulas, les dieran un contenido más de acuerdo con los movimientos renacentistas.

### La formación científica de Benito Arias Montano

Con los datos que se disponen hasta este momento, en 1546 aparece matriculado en un curso de Artes de la Universidad de Sevilla y, en septiembre de 1547, se examina de un segundo curso de Artes<sup>14</sup>.

En febrero de 1548, se encontraba en Alcalá. El 2 de junio del mismo año recibe el grado de bachiller en Artes por dicha Universidad de Alcalá [MOROCHO, 1996, p. 83; HOLGADO, 1986, p. 303]. El 20 de mayo del siguiente año hace sus *Responsiones magnae quatuor* de Arte y Filosofía en la misma Universidad de Alcalá, defendiendo las conclusiones de Lógica bajo la presidencia del maestro Serrano. En Física, le respondió Diego Váez, sevillano; en Filosofía Natural, el cordobés Alfonso Muñoz de Aguilar y en Metafísica Gabriel de la Torre, de Úbeda (Jaén) [MOROCHO, 1996, p. 83; HOLGADO, 1986, p. 303]. En 1559, estudia<sup>15</sup> durante cuatro meses Medicina con el frexnense Francisco de Arce [MOROCHO, 1996, p. 104].

Por otro lado, los libros existentes en su Biblioteca [RODRIGUEZ MOÑINO, 1928; GIL, 1998] nos aproximan a su formación científica. En el catálogo que publica Rodríguez Moñino figuran obras de autores como:

Euclides, Alfonso el sabio, Purbachio, Sacrobosco, Pedro Sánchez Ciruelo, Juan Martínez Silíceo, Zacut, Gemma Frisio, Ptolomeo, Vitruvio, Plinio, etc. Están, prácticamente, todos los autores que se estudian en el Renacimiento. A este catálogo queremos hacerle una precisión. Rodríguez Moñino dice:

"Euclides Gozamberto y Campano de letra de Eirigiano [sic] Astrolabio de Esto Flerino, y con el los Parafrases y anotaciones que hizo Vernere [sic] sobre el 1º de la Geographia de Ptolomeo".

Y como nota a pie de página:

"¿Bar. Zamberto: *Euclides megarensis / philosophi platonici / Mathematicorum* [...] Bar. Zamberto, Venetiae, 1505?,

El Campano debe ser alguna obra de Juan Campano, fundador de la secta de los campanistas (1510?-1574). Quizá la que escribió contra Melanchton en 1531" [RODRIGUEZ MOÑINO, 1928, p. 570].

Efectivamente se trata de Juan Campano (hacia 1270) pero no el que dice Rodríguez Moñino. La obra es una traducción latina de los Elementos de Euclides (aparecida en 1482), atribuida a él pero realmente realizada por Athelard de Bath (siglo XII), de la Escuela de Traductores de Toledo sobre los textos árabes:

"*Campanus traduisit, sur un texte arabe, et accompagna de Commentaires les treize livres des Eléments d'Euclide et les deux qu'on a attribués a Hypsiclès. C'est ouvrage qui a servi à répandre en Europa la connaissance de la Géométrie. Il a été imprimé pour la première fois en 1482, et a eu plusieurs autres éditions. Pendant longtemps encore, après la renaissance des sciences, il a joui d'une grande estime, et les Commentaires de Campanus ont été consultés par les géomètres qui ont écrit sur les éléments de la Géométrie*".

Y a pie de página dice:

"*Quelques historiens ont pensé que cet ouvrage de Campanus n'était autre que la traduction d'Adhélar, à laquelle Campanus avait joint des Commentaires. Voici comment s'exprime Andrès à ce sujet: Sei [Campano] non tradusse come si dice comunemente; certo illustró con comenti l'Euclide, tradotto primo dell'Arabo in Latino dall'Inglese Atelardo Gotho, come ha fatto vedere il Tiraboschi (Dell'origine, de progressi, e dello stato attuale d'ogni letteratura. Parte 1, cap. IX). Le titre suivant, d'un exemplaire manuscrit de l'Euclide de Campanus, qui se trouve à la Bibliothèque royale de Paris, sous le n° 7213, vient confirmer cette opinion: Euclidis philosophi socratici liber Elementorum artis geometriae translatus ab Arabico in Latinum per Adelarum Gothum Bathoniensem, sub commento Magistri Campani Novarriensis (MS. du XIV siècle)*" [CHASLES, 1889, p. 511].



También es conveniente señalar su aportación científica a la Biblioteca del Escorial [FERNANDEZ et al., 1992, pp. 39-551]. Como ejemplo valga que existen 22 ediciones de los *Elementos* de Euclides del siglo XVI [FERNANDEZ et al., 1992, pp. 186-188].

Para finalizar este apartado se quiere señalar que en una carta que Arias Montano remite a Fray Luis de León, recuperada por López Toro (1955) y datada *no más del 10 de mayo de 1560*, ya tiene preocupaciones físicas. Le pregunta su opinión sobre dos cuestiones que él ya ha pensado:

"[...] Una cuestión acerca del fuego elemental y otra acerca del número de las esferas celestes. En una y otra cuestión nuestra sentencia es totalmente diversa de la vulgata y de la tradición recibida de los que han opinado. Pues ni pensamos que el elemento igneo exista en la naturaleza ni pensamos que el número de las órbitas y de los cielos pueda extenderse hasta el undécimo o el duodécimo, [...]"<sup>16</sup>.

### **Bosquejo de análisis de la obra científica de Benito Arias Montano**

Aunque no es original suya, se debe referenciar la traducción de la obra del judío español Benjâmîn ben Yônâh de Tudela *Massaoth Raffi Benjamin*. Aunque el propósito del viajero español era comercial y político, como toda obra de este momento histórico, da noticias circunstanciadas de gran valor cultural y científico [VERA, 1956-1969, T. 3, p. 208].

Esta obra se publica en hebreo en Constantinopla por Eliezer, hijo de Geršom ben Mošen Soncino, en 1543. Posteriormente aparecerán nuevas ediciones también en hebreo, siguiendo a Ferrare, en casa de Abraham Olschki (Usque) en 1555 y 1556 y en Fribourg-en-Brisgau casa de Israel Sifroni en 1583.

Arias Montano la traduce con el título:

*"Itinerarium Beniamini Tudelensis in quo res memorabilis quas ante quadringentos annos totum fere terrarum orbem [...] notatis itineribus dimensus vel ipse vidit vel a fide dignis suae aetatis hominibus accepit, breviter atque dilucide describuntur, ex Hebraico Latinum factum Bened. Arias Montano interprete"* [Anvers, Christophe Plantin, 1575].

Esta obra aparece en el Índice español de 1583 [BUJANDA, 1993, p. 1097] y de Roma de 1596 [BUJANDA, 1994, pp. 476-477].

También hemos de reseñar el prefacio que Arias Montano escribe para la obra *De recta curandorum vulnerum ratione...* [ARCE, 1574]. En él, Arias

Montano pone de manifiesto sus años de estudio teniendo a Francisco de Arce como maestro. Este había nacido en Fregenal de la Sierra, como Arias Montano. Estudió en Alcalá y trabajó en varias localidades alcanzando fama como cirujano. Se le clasifica como galenista de orientación avicenista. La obra citada, su único trabajo impreso, está escrita en un latín muy cuidado. Incluye numerosas historias clínicas, entre las que destacan: cirugía plástica, alteraciones congénitas del pie en los niños, heridas cefálicas, cáncer de mama, etc. Esta obra fue reeditada en latín (Amsterdam, 1658) y traducida al inglés (Londres, 1588), francés (París, 1634), holandés (Leeuwarden, 1667) y alemán (Nuremberg, 1674; 1717) [LOPEZ PIÑERO et al., 1983].

Pero sin lugar a dudas, desde el punto de vista científico, su obra más importante es *Naturae Historia, prima in magni operis corpore pars* (Antverpiae, Ioannem Moretum, 1601) obra enciclopédica en línea con la tradición española. Las *Cuestiones Naturales* de Séneca, las *Etimologías* de S. Isidoro, el *Ars Magna* y el *Arbol de la Ciencia* de Raimundo Lulio serían antecedentes de esta obra.

El mayor inconveniente, a nuestro juicio, que presenta un análisis del contenido científico de esta obra radica en que todavía no existe una traducción<sup>17</sup>. A pesar de esto existen algunas opiniones.

T. González Carbajal nos dice:

"Pero de todos sus trabajos literarios, el que parece que él apreciaba más, y miraba como su obra favorita, es una de que sin advertirla no habíamos hablado hasta ahora, la cual dejó sin concluir. Llamábala obra magna y la dividió en dos partes, una con el nombre de *Anima* y otra con el de *Corpus*, a la que dice Don Nicolás Antonio debía seguir otra tercera parte con el nombre de *Vestes*. A la primera intituló: *Liber generationis et regenerationis Adam, sive de historia generis humani, operis magni pars prima, id est, Anima*, y se imprimió por Plantino en Amberes, viviendo todavía el autor el año de 1593 en un tomo en 4º mayor [...] A la segunda parte, que debía subdividirse en dos, puso este título: *Naturae historia, prima in magno operis corpore pars*. Imprimióse esta segunda parte por Moreto en la oficina de Plantino en un tomo también en 4º mayor como el primero. Y aunque la tenía concluida a principios del año de 1594 no logró verla impresa, pues no se publicó hasta el de 1601 [...]" [GONZALEZ CARVAJAL, 1832, pp. 100-101].

La opinión de Fernández Vallín es más técnica. Dice:

"En este importante trabajo [*Naturae Historia*], que proyectaba ampliar más adelante, propúsose principalmente explicar cuanto en la Biblia tiene relación con las ciencias físicas y naturales [...], demostró en su *Historia Natural* gran competencia científica, llegando a sentar no pocas verdades desconocidas en su

tiempo, como lo hizo notar Asso [...]; y siendo verdaderamente notables sus estudios en todo lo referente a la Botánica y a la clasificación de todos los seres naturales [...]" [FERNANDEZ VALLIN, 1893, p. 143].

Pérez Arcas llega más lejos:

"Es muy notable este libro, así por hallarse exento de casi todas las preocupaciones en que tanto abundan no sólo los autores coetáneos, sino también los posteriores, como por la exactitud de sus noticias: apenas hay que suprimir nada en los artículos del águila, de la paloma y de las gallinas; explica la emigración de las aves del mismo modo que se hace hoy día; da la razón de por qué unas hacen puestas numerosas y otras por el contrario escasas. Al formar algunos grupos —por cierto muy naturales— los distingue apreciando los caracteres más importantes: esto es lo que hace con las rapaces o aves de rapiña, por ejemplo; y más aún al hablar del camello (*gamal*), pues indica las analogías que tiene con los demás rumiantes, y lo que le distingue de ellos, que es la forma y estructura de los pies.

Presintió Arias Montano la necesidad de las clasificaciones, y no se contenta con admitir la división de la Biblia, de animales acuáticos, terrestres y volátiles, sino que subdivide los primeros en cetáceos, peces y testáceos, y todavía intenta dividir los testáceos, según que se adhieren o no a los cuerpos sumergidos, y teniendo en cuenta la naturaleza de su dermato-esqueleto. Como si todo esto no fuera suficiente, forma géneros tan naturales como el *canis* y el *felis*, los distingue por caracteres de la mayor importancia, como la forma de la cabeza, disposición de las uñas y de los dientes; añadiendo que del mismo modo se podrían formar otros grupos para llegar a conocer con más facilidad los diversos animales.

Nada tiene de extraño que no sea exacta la interpretación que hace de la voz *saphan*, pues es animal desconocido en Europa, y hasta hace poco más de medio siglo daban también los naturalistas a esta palabra, la misma significación que había admitido Arias Montano: Shaw demostró el primero lo que debía entenderse por ella" [PEREZ ARCAS, 1868, pp. 24-25].

B. Rekers dirá:

"Segunda parte del *magnum opus* de Arias Montano, publicada póstumamente. En ella había estado trabajando en retiro los diez últimos años de su vida. La obra está dedicada en gran parte a clasificaciones y explicaciones físicas, biológicas y astronómicas" [REKERS, 1973, p. 225].

C. Gutiérrez en nota a pie de página dice:

"En la *Naturae Historia* se ha pretendido ver un anticipo de la famosa teoría de Pascal sobre la presión atmosférica, si bien para cerciorarse de ello, he procurado examinar con alguna detención la obra de Arias Montano y no lo hallo comprobado. Lo que si podríamos decir de él es que en esta obra preludió a Linneo en la clasificación científica de plantas y animales" [GUTIERREZ, 1951, p. 189].

A. Holgado dice:

"Es la segunda parte de dicha Obra Magna. Incompleta y de publicación póstuma, contiene una historia natural, que abarca desde el cielo, la luna y las estrellas, hasta la tierra, el mar, los ríos y montes, el agua y el fuego, el calor y el frío, los árboles y plantas, etc" [HOLGADO, 1986, p. 314],

para más adelante decir:

"Su sólida preparación en *ciencias naturales*, apreciable en muchas de sus obras, y especialmente en su citada *Naturae Historia* [...]" [HOLGADO, 1986, p. 315].

En 1989, dirá M. Pecellín:

"Historia natural esta de Arias que, sin embargo, tiene como base y guía supremas las Sagradas Escrituras —fundamentalmente el antiguo Testamento—, que Arias interpreta de forma literal [...]" [PECELLIN, 1989, p. 271].

Esta opinión ya la había dado I. R. Orduña, pues dice:

"La inspiración verdaderamente genial de Arias Montano fue pretender que así como la ciencia humana ayuda a descubrir los misterios de la Palabra de Dios, según es ley en la jerarquía natural de nuestros conocimientos, la Palabra de Dios una vez conocida fuese por una especie de reflexión perfecta la que iluminase los campos de la Historia humana y el Mundo inmenso de la Naturaleza creada, y consiguió este propósito en el *Opus Magnum* como él lo llamaba, ideal fijo en su mente desde sus primeros estudios, verdadera Enciclopedia cuyo eje central es la Biblia, síntesis poderosa y atrevida de Teología, Filosofía, Historia, Ciencias físicas y naturales, intentando por un camino nuevo y por nadie antes ni después trillado, lo que es tormento y grandeza de los mayores pensadores de nuestra raza: realizar la unidad de la ciencia, que descifre con una sólo clave los misterios de Dios y de los Hombres" [ORDUÑA, 1928, p. 237].

En fechas anteriores, 1928, L. Morales Oliver clasifica esta obra dentro de *tratados filosóficos* [MORALES OLIVER, 1928, p. 237]. A esta opinión, M. Pecellín dice:

"Leyendo estos capítulos parece tener toda la razón Luis Morales Oliver, en su excelente clasificación de las obras de Montano, incluye la *Naturae Historia* entre los *tratados filosóficos*" [PECELLIN, 1996, p. 92].

Es llamativo que González de la Calle [1923], cuando trata a Arias Montano como Humanista<sup>18</sup>, no haga la más mínima referencia a la obra

científica del frexnense y que Nicolás Antonio<sup>19</sup> no referencie la *Naturae Historia*. Nos adherimos al estudio realizado por V. Bécares. Así dice:

"[...] Ahora bien, su biblismo no es el final: es sólo medio para conocer el mundo y al hombre; a lo largo de su obra se ve una interrelación clara de la exégesis bíblica con la historia humana y natural, incluso, lo que es lo mismo, a la primera como vía de acceso a lo segundo; ya no ve al hombre desde Dios, como en el Medievo, sino a Dios desde la naturaleza y desde el hombre. El antropocentrismo, también se nos ha dicho tantas veces, es la ideología del Humanismo: su dogma central es el hombre, sólo que visto por unos desde la universalidad y por otros desde la particularidad; la universalidad conducía al catolicismo, la particularidad al protestantismo; lo primero requería inquisición y ser tildado de intransigente, lo segundo indiferencia y ser acusado de frivolidad. Con ese corazón y mente partidos del hombre moderno, Arias Montano, desde un humanismo más religioso, más espiritual como es el hispano, y desde la confesión católica, supo responder sabia y originalmente a las expectativas del momento" [BECARES, 1997, p. 38].

Más recientemente, G. Morocho [1998a, p. 221] clasifica la obra *Naturae Historia* como obra didáctica y doctrinal<sup>20</sup>.

Tras lo expuesto, podemos sacar una primera consecuencia: la obra científica de Arias Montano está por estudiar, a pesar del reconocimiento generalizado del valor de la *Naturae Historia*.

Por otro lado, las opiniones expuestas nos permiten situar a Arias Montano desde el punto de vista científico, en una primera aproximación, como *humanista renacentista 'sensu stricto'* o *humanista científico*. Además, su profundo conocimiento de los clásicos le hace ser consciente de las carencias e insuficiencias de la obra de estos autores y con la modestia que le caracteriza no dice lo que hace: cuestionar la autoridad científica de los clásicos.

También nos reafirma la idea de que a esta obra hay que acercarse sin *prejuicios* ni *perjuicios*. Hay que hacerlo con la modestia que caracteriza al sabio frexnense.

De todas las opiniones transcritas nos interesa destacar que sólo hemos encontrado, desde el punto de vista científico, dos aportaciones de la *Naturae Historia* que han merecido comentarios más explícitos. Estos son: los estudios de Pérez Arcas —ya reseñado— y el epígrafe *De circulo aquarum et fluminum*. Del segundo nos ocupamos enseguida. Respecto al primero, volvemos a encontrarnos a un Arias Montano no satisfecho con la *clasificación* de la Biblia y la corrige-complementa. Es decir, pone en cuestión la autoridad de los *clásicos*.

Estos dos datos serían suficientes para encuadrar a Arias Montano como hombre del renacimiento *sensu stricto* sino fuera por el resto de su producción. Además, esperamos que la traducción de su obra *Naturae Historia* abra un sinfín de posibilidades.

### **El epígrafe *De circulo aquarum et fluminum* de la *Naturae Historia***

Vamos a profundizar en la faceta científica de Benito Arias Montano. Algunas de las pocas noticias que hay sobre las actividades científicas de Arias Montano en el campo de la filosofía natural lo relacionan con el problema de la elevación del agua, dentro de la lucha entre escolásticos (defensores del *horror vacui*) y científicos modernos (defensores de la pensantez del aire). Para ver la relación de Arias Montano con este problema científico, hemos estudiado el epígrafe *De circulo aquarum et fluminum*.

El proceso por el cual se establece la presión atmosférica y se desecha el *horror vacui* aristotélico es uno de los más interesantes de la historia de la ciencia. Aristóteles había propuesto que la velocidad de todo cuerpo debía ser inversamente proporcional a la resistencia del medio. De esta manera, un movimiento en el vacío supondría una velocidad infinita o, lo que es lo mismo, un movimiento instantáneo. De aquí, Aristóteles indicó que el vacío no se daba en la naturaleza. Con este *horror vacui* se podía explicar el funcionamiento de varias máquinas hidráulicas aunque Aristóteles tuviera por innobles las artes mecánicas. Pese a la autoridad que suponía Aristóteles, los ingenieros alejandrinos (Ctesibio, Filón, Herón, ...) contribuyeron a estas disciplinas.

Hasta el Renacimiento, la tradición aristotélica impuso el horror al vacío de la naturaleza en toda la Europa culta. Sólo la tradición mecánica y artesanal, arrancando de la *magia natural* [ELENA, 1998], consiguió avances significativos en el desarrollo tecnológico [GARCIA TAPIA, 1989]. Algo crucial había sido descubrir que no se podía bombear agua a una altura ilimitada y que las bombas aspirantes sólo podían elevarla hasta una altura de unos diez metros (10,33 m concretamente). De hecho, es en el Renacimiento cuando pensadores de la talla de Vives y Bacon se interrogan, junto con maestros artesanales, sobre la posibilidad de avanzar en el conocimiento de la naturaleza sin necesidad de conocer las doctas obras latinas de los filósofos. De aquí la gran proliferación de obras sobre máquinas escritas en los siglos XV y XVI por técnicos que buscaban un mayor reconocimiento social. En España, destaca el ingeniero Pedro Juan de Lastanosa [GARCIA TAPIA, 1997].

La idea de presión atmosférica fue desarrollada por numerosos personajes hasta que se asentó en la comunidad científica gracias a Pascal y a Boyle. Isaac Beeckman, por ejemplo, estaba convencido en 1613 del peso del aire y de la existencia del vacío. También se puede leer en una carta escrita por Giovan-Battista Baliani a Galileo el 26 de octubre de 1630 una defensa de que la elevación limitada de agua en las bombas está en relación con el peso del aire. Galileo, en cambio, defendía la *forza del vuoto* en la primera jornada de sus *Discorsi* [GALILEO GALILEI, 1744, T. III]. Raffaello Magiotti y Gasparo Berti idearon y realizaron experimentos para comprobar que no se podía bombear agua por encima de diez metros en 1641. Torricelli decidió afrontar el problema y para ello buscó ayuda en Vicenzio Viviani, discípulo de Galileo. A éste último se le ocurrió la brillante idea de usar mercurio, en vez de agua, en 1644. El mercurio es unas catorce veces (13,6 exactamente) más denso que el agua por lo que dejaron de usar largos tubos de vidrio de diez metros de longitud, muy frágiles y caros, por otros mucho más cortos y manejables. De esta forma nació el barómetro y defendieron la existencia del vacío en la naturaleza, explicando los resultados gracias al peso del aire. Diez años después, en 1654, Otto von Guericke realizó el famoso experimento de las semiesferas de Magdeburg<sup>21</sup> dando un nuevo resultado experimental positivo a la idea de presión atmosférica.

Esta se consolidó gracias a personajes de la talla de Pascal y Boyle. La última objeción que se intentó poner para salvar la inexistencia del vacío fue la teoría de los funiculus, propuesta en 1661 por Franciscus Linus<sup>22</sup>. Esta teoría fue atacada por Boyle en 1662<sup>23</sup>.

Ya hemos expuesto algunas opiniones sobre la *Naturae Historia* de filólogos, estudiosos de los clásicos, etc. Pero también tenemos opiniones de hombres del campo de la ciencia o de historiadores de la ciencia. Así A. Fernández Vallín en su discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales dice:

"[...], y en particular por Arias Montano, quien señalando en su *Historia Naturae* como causa de elevarse el agua por las bombas, la influencia y presión atmosférica, se adelantaba a las teorías modernas, coronadas por la invención del barómetro" [FERNANDEZ VALLIN, 1893, p. 95].

También Eduardo Lozano y Ponce de León<sup>24</sup> en su discurso de ingreso en la Academia de Ciencias Naturales y Artes de Barcelona el 14 de marzo de 1894 dice:

"[...] y por último, el eminente teólogo Arias Montano en 1594, explica mediante la presión de la atmósfera el ascenso del agua en las bombas y el movimiento de dicho líquido en los sifones"<sup>25</sup>.

Picatoste dirá:

"[...] se anticipó en sentar algunas verdades desconocidas, como lo hizo notar Asso respecto de la presión atmosférica, mediante lo cual explicó el ascenso del agua en las bombas" [PICATOSTE, 1891, p. 20].

Esta referencia a Asso también la da M. Colmeiro:

"[...] es la primera parte [se refiere a la *Naturae Historia*] de lo que se proponía escribir para explicar cuanto en la Biblia tiene relación con las Ciencias físicas y naturales. Arias Montano, demostró poseerlas, y hasta se anticipó en sentar algunas verdades desconocidas, como lo hizo notar Asso respecto de la presión atmosférica, mediante la cual explicó el ascenso del agua a las bombas" [COLMEIRO, 1858, p. 156].

Efectivamente, Asso<sup>26</sup> dice<sup>27</sup>:

"Illud hic adjungere juvat, locum insignem de Machina Ctsebica, qui pag. 209. legitur, Ariam nostrum de aeris gravitate aliquam cognitionem ante Torricellium habuisse, luculenter demonstrare"<sup>28</sup>.

El epígrafe estudiado ocupa las páginas 208-211 de la obra *Naturae Historia*. Por testimonio del frexnense se sabe que le llamaba su *obra magna*. Arias Montano le dice a Clusius en una carta que le escribe en marzo de 1596: *In nostri magni operis secunda parte...*<sup>29</sup>. El motivo de referenciarle esta obra es la queja de que Moreto todavía no la haya publicado.

La razón de la tardanza de Moreto, real o ficticia, nos la da T. González Carbajal. Puesto que ya el primer tomo sufre cierta tardanza bajo la disculpa del Censor de ser letra *muy menuda* [GONZALEZ CARVAJAL, 1832, pp. 185-186].

Como se ha dicho, Arias Montano pertenece a esa pléyade de españoles que se educan científicamente en la simbiosis nominalista-calculadores y además cuestiona las verdades de los antiguos que se han ido aceptando a lo largo de los siglos. Sólo de esta manera podemos entender este epígrafe. Recupera la idea asignada a Ctesibio<sup>30</sup> sobre la bomba impelente. Vitruvio describe este invento diciendo:

"*Capitulo doze de la machina, que leuanta el agua altissimamente*. Agora se sigue la demonstracion de la machina Cthebica, que echa el agua en alto. Esta se haze de metal, en cuya rayz se pone mediolos, o basos de dos en dos, algun tanto apartados, los quales tienen sus cañones que hazen figura de tenazas pegados tambien, y concurren todos en medio del catino, en el qual se hazen los exes en las aberturas de encima de los caños pegados sutilmente. Estos, cerrando las bocas de



las aberturas, no consienten que salga lo que el espíritu por allí embiare. Encima del catino, que es vn vaso de metal, està la penula, que es a modo de agua manilbuelta, y bien assentada, la qual se detiene passando vn cuño por una heuilla y el catino, porque la fuerça del agua no la levante. La fistula, o tuba, que es el caño, se tiene de refirmar, y leuantar en alto. Los modiolos tienen debaxo del abertura inferior de los caños los exes entrepuestos, assi de la parte superior se buelven con las reglas y barras en los modiolos. Los embolos machos, que son como embudos oncaxados en otros polidos a torno, y alisados con azeyte, y metidos sobre el agujero de los cañones que estan en el hondo, los cuales apretando de vna parte, y otra con continuo mouimiento aprietan el ayre que està junto con el agua, cerrando los exes, o lenguetas los agujeros, y hincharlo con apretar, echan fuera por las oberturas de los cañones el agua en el catino, del qual reciben la penula, echa fuera el agua en alto los espíritus por el cañon, y assi desde abaxo hecho vn castillo donde el agua se allega, se da agua que salte arriba" [VITRUVIO POLLION, 1582, fols. 172r-172v].

También nos han llegado noticias de esta máquina por otras vías. Así, Vera dice:

"Otra versión de esta máquina nos ha llegado vía Filón. La parte más interesante de la obra de Filón es la de Pneumática: Πνευματικά de la que se considera fundador. Empieza comprobando experimentalmente la resistencia del aire y describe después varios aparatos fundados en la teoría del sifón, entre ellos la bomba impelente atribuida a su maestro Ctesibio, que ilustra con una figura que aunque mal dibujada es lo suficientemente clara para poder apreciar los órganos esenciales de la máquina que Herón había de emplear después en la extinción de incendios y que coincide, en general, con la encontrada el año 1889 en Silchester —Inglaterra— y que reconstruída, presenta los mismos caracteres que la *Ctesibia machina* και εζοχήν de que habla Vitrubio" [VERA, 1956-1969, pp. 280-281].

La traducción castellana —con notas— del epígrafe *De circulo aquarum et fluminum* puede consultarse en el apéndice.

## A modo de conclusión

La traducción del epígrafe *De circulo aquarum et fluminum* abre todo un abanico de posibilidades de estudio de Arias Montano como científico. Desde este punto de vista, hemos encontrado en este epígrafe:

- Un resumen de sus ideas sobre mecánica, fundada sobre dos tipos de movimientos: espontáneos e inducidos. Como ejemplo de movimientos espontáneos propone el agua que se precipita por un abismo y los movimientos celestes.

- Dos definiciones de fluido, una formal y otra operativa, además de un conjunto amplio de ejemplos.
- Una explicación teórica al problema técnico de la elevación de aguas, donde da al aire un papel fundamental, convirtiéndose en un precursor de la idea de presión atmosférica.

Esto nos hace pensar que la producción científica de Arias Montano puede ser más importante de lo que en un principio nos podía parecer.

## Agradecimientos

Agradecemos a la Junta de Extremadura la financiación parcial de este trabajo mediante el proyecto IPR98A061. También agradecemos al Dr. Tejada Vizuete la traducción del epígrafe *De circulo aquarum et fluminum* de la *Naturae Historia* de Benito Arias Montano. Asimismo, queremos agradecer las sugerencias del evaluador anónimo de este trabajo.

## APÉNDICE: De la circulación de las corrientes de agua

A continuación, ofrecemos la traducción castellana del epígrafe *De circulo aquarum et fluminum* de la *Naturae Historia* de Benito Arias Montano y, seguidamente, el original latino.

### *De la circulación de las corrientes de agua*

En aquellos cuerpos, cuyas partes no se distinguen por ninguna otra cosa que por la mayor o menor extensión<sup>31</sup>, la naturaleza de esas partes y la del todo es la misma, la cualidad es semejante, la actividad, la tendencia y la manera de comportarse son análogas: tal sucede con el aceite, el agua, la miel, el vino, el vinagre, la leche, el zumo o cualquier otro licor, como también sucede con el viento, el aire, el fuego y otros<sup>32</sup> que fácilmente pueden expandirse, volver a concentrarse, dividirse y de nuevo volverse a unir<sup>33</sup>. En todos estos y en sus afines está permitido afirmar del todo lo mismo que se conoce de una parte, según la medida y proporción, sin embargo, ya de la magnitud ya de la intensidad, y esto se habrá de referir no sólo a la fuerza sino también al movimiento. Y lo que se observa que cualquier parte mayor o menor realiza o soporta, lo mismo y por la misma razón puede realizar o soportar aquella naturaleza.

Los cuerpos que se mueven lo hacen o espontánea u óbligadamente. Decimos que se mueven espontáneamente aquellos que, dirigiéndose a su fin, no dejan de moverse desde su origen, a no ser que alguna vez hayan sido impedidos o detenidos, y obran así sin necesidad de ningún impulso externo, sino por razón de hallar su

propio reposo; esto es, obran por la tendencia de su propia interioridad y por su natural manera de ser. Con este género de movimiento se precipita el agua hacia el abismo (el espíritu de ELOHIM agita, dilata, apacigua y revuelve las superficies de las aguas), y los cuerpos celestes y astrales obran con el mismo género de movimiento según sus propias y fijas leyes. Se llama movimiento impelido aquel que se inicia y continúa a partir de una fuerza recibida de otro y cesando o remitiendo esa fuerza, el propio movimiento cesa o va disminuyendo. El primero —de los citados movimientos— tiene lugar sin fatiga alguna de aquél que se mueve; el segundo resiste al que le empuja según sus propias fuerzas y produce fatiga en aquél que se mueve por el impulsado, siempre que esté dotado de tal condición. El movimiento espontáneo es permanente hasta que lo que se mueve obtenga su fin, a no ser que se vea afectado desde fuera por algún obstáculo. El movimiento inducido, sin embargo, por su propia naturaleza, no puede ser permanente; pero puede sostenerse y mantenerse, con tal que aquello que es movido no sucumba al esfuerzo y aquello que mueve esté presente siempre con sus propias fuerzas o con otras añadidas. Si el impelido se añade al movimiento iniciado espontáneamente uno y otro crecen a la vez; pero de tal manera se contraponen que finalmente o quedan descontrolados o cesan. Las cosas por su propia naturaleza reaccionan contra cualquier fuerza contraria y, cansadas, se van debilitando, pues, a no ser que sigan su propia naturaleza, no pueden permanecer mucho tiempo actuando o soportando. En verdad, si el movimiento iniciado por un impulso se deja en libertad entonces puede durar y en tanto que es espontáneo la más de las veces dura. Explicaremos la razón de uno y otro género de los que venimos tratando con un único ejemplo a partir de la naturaleza de los líquidos, sirviéndonos de un instrumento recabado de la disciplina Mecánica<sup>34</sup>.

Decíamos que la superficie de la tierra es el lugar y recipiente propio del líquido subterráneo, al que en lengua latina llamamos agua, principalmente aquella que se halla más próxima al centro de todo el Orbe, constándonos que la más profunda de todas las que pueden aflorar es también la más útil. Así pues, colóquese un tubo, de modo que uno de sus extremos esté dentro de un vaso lleno de agua y que la parte inferior contenga también agua en la misma región a nivel con el vaso y el extremo superior esté lleno de aire, ya que no es posible que se encuentre un lugar totalmente vacío en la naturaleza<sup>35</sup>. Pues bien, sea con la boca, sea con algún instrumento y medio, extráigase el aire que está en la parte superior. Sucede inmediatamente que el agua, ascendiendo y como llevada hacia arriba, llena todo aquel espacio, esto es, el tubo, lo que sucede por el impulso de la atracción, ya que, de donde un cuerpo se escapa para evitar una mayor y común incomodidad, otro cuerpo que pueda moverse le sustituye necesariamente. Por ello la caña o tubo permanecerá llena de agua tanto tiempo cuanto ningún orificio se abra al aire, que habrá de tender a la región superior; pero abierto tal orificio, aun pequeñísimo, el agua que había subido por la presión ejercida, recuperado de repente el aire, vuelve al nivel de su propio lugar<sup>36</sup>. Pero si a aquel tubo, por donde el líquido sube obligado, se le añade otra parte por donde habrá de descender, más baja que aquella de donde ha sido impulsado o extraído y arrastrado, (esto es, la superficie mostrada se extiende más baja y más próxima al centro), fácilmente, con el deseo de buscarse un lugar más cómodo, tomará impulso y ascenderá con un movimiento permanente,

tanto tiempo cuanto la fuerza de donde proviene esté presente, con tal de que la caña o tubo por donde ha de subir o bajar no coja ningún defecto y, aunque lo que hemos dicho, fácilmente pueda ser entendido con el ánimo y la mente de quienes observan los hechos naturales, sin embargo será mérito del trabajo mostrarlo experimentalmente mediante una figura. Sea un vaso casi lleno de agua, A, en el cual esté el tubo B, C; extráigase el aire que hay en el tubo en aquella parte donde no hay agua —esto es, en la parte superior— y hágase esto absorbiendo o de cualquier otra forma. El agua subirá hasta C y tocará los labios del que absorbe; pero, tan pronto como C quede expuesta al aire que sobreviene por encima, el agua, que estaba como sujeta por una fuerza, volverá a su lugar y uno y otro cuerpo ocuparán el suyo propio<sup>37</sup>. Y si el líquido, impulsado por una misma o análoga fuerza a través de otro canal DEF, subiera hasta F, traído a una superficie más baja, a la que desde dentro había sido arrastrado, esto es HI, saldrá de continuo por la boca F hasta que nada quede en el vaso<sup>38</sup>, ya que dicho líquido soportará fácilmente ser expulsado, por haber encontrado el camino, la posibilidad y la facilidad de obtener un lugar mejor.

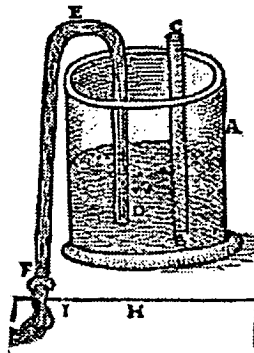


Figura 1

Y así con las dos corrientes, la una en movimiento por la fuerza y la otra, espontáneamente, se produce un flujo permanente. A partir pues de este elemento de aquella disciplina, que llamamos Mecánica, muchos instrumentos pueden ser compuestos por la industria de los maestros de ese arte; entre dichos instrumentos se encuentran la máquina Ctesibica, de frecuentísimo uso, mediante la cual el líquido presionado es obligado a subir desde un lugar inferior al superior a través de un tubo cóncavo, esto es, a una determinada altura, tal cual la fuerza del impulso permita alcanzar. Dicha altura, si fuera la máxima, necesitaría de solidísimos tubos para soportar el ímpetu, ya que habrán de abrirse grietas más de una vez en muchas partes por la irrupción del líquido. Aquélla (la máquina) se dispone de esta manera: spongamos el tubo AB, ya sea recto y fijo a la perpendicular, ya sea inclinado o también oblicuo, en cuyo lugar C se encuentre una apertura inferior dentro del agua; otra apertura superior, D, se halla manifiestamente fuera del agua. Sea un martillo

siempre móvil anexo a la parte inferior, el cual abra y cierre a la vez la apertura del tubo, a la manera de la laringe de los animales que respiran. Este empuja con su movimiento permanente al agua que sube de la parte inferior y, sucediéndose los golpes, la hace salir por la fluyente apertura superior o boca A, la cual una vez que haya salido correrá libre y continuará su flujo perpetuo durante todo el tiempo que dure el golpe del que actúa. Ningún navegante desconoció esta máquina<sup>39</sup>. La hemos visto también, construida y llamada de diversas maneras, en Bélgica. De su autor, aunque Vitrubio alabe a cierto Ctesibio y le atribuya el origen de la misma por el nombre recibido, sin embargo nosotros, con el salmista, creemos y reconocemos a Dios como su autor desde el comienzo del mundo: que haces brotar las fuentes en los valles. Las aguas atravesarán por medio de los montes (salmo 103).

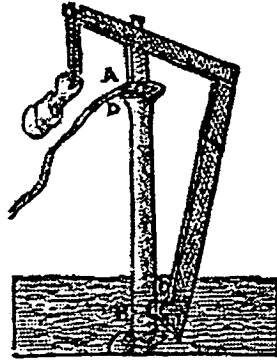


Figura 2

Y ciertamente la razón de esta máquina, así dispuesta, como se nos ha descrito, se debe al arte; pero fue deducida y confeccionada partiendo de la observación de las aguas. En efecto, Dios hizo discurrir por medio de las entrañas de la tierra una serie de canales, a manera de venas, protegidos o con piedra o con tierra arcillosa o con otro tipo de barro, unas veces más anchos, otras veces más angostos y, alguna vez, comportándose a manera de esponja, capaces de filtrar el agua que corre o por medio de la toba o por medio de la arena, ahora capaces de lanzar lo copiosamente reunido y prestos para manar por abiertos caminos. Las raíces de estos canales están en conexión con el abismo; sus extremos superiores se elevan hasta la superficie de la tierra. Los puntos de partida de tales canales, por donde el líquido recibido pueda subir abundantemente, son bastante espaciosos; pero sus terminaciones son bastante angostas. Las partes intermedias varían, anchas o angostas, según la naturaleza y condición de la tierra, la piedra, la arena, la arcilla o la toba. Y moviendo perpetuamente y agitando el espíritu de ELOHIM la superficie de las aguas, el líquido elemento se dirige hacia los canales próximos y una vez que sube por ellos no puede volverse atrás o refluir, sea por la enorme mole del abismo que lo envuelve, a la que de ningún modo puede repeler, sea por la del líquido, que desde

atrás le empuja, e impulsada por el espíritu de ELOHIM u otras veces por el viento, enfila directamente su fuerza a través de los canales, sea que los encuentre propicios, sea que los halle paulatinamente encorajados, hasta llegar a dar con una puerta por donde salir, ya en la más elevada cima de los montes, ya en el más deprimido valle y en el campo. La versión latina llama a tales puertas, dispuestas a la irrupción y definidas con cierta medida, fuentes del abismo; la lengua sagrada la llama GHENIM, es decir ojos o MAGHIENOTH, relativo a los ojos. S.S.E. En el año 600 de la vida de Noé, en el mes segundo, en el séptimo día del mes se abrieron todas las fuentes del gran abismo; pero, una vez que aquel líquido elemento impulsado busca salida hacia las fuentes, entonces, habiendo encontrado el paso abierto, sigue su camino y, formando primero un riachuelo, después, un arroyo mayor, desemboca en el mar convertido en un río por su abundancia; llevando consigo y conduciendo cuanto arrancó de las entrañas de la tierra o cuanto recibió o encontró ya arrastrado y llevado desde la superficie. En el propio discuir de su camino no se muestra estéril, sino que sirve de provecho y vigoriza a las plantas, a los peces y a los animales, a los cuales, para favorecerlos mediante las aguas de cada región, el autor de la naturaleza Dios y aquella voz SARTSVHAMAIM (produzcan las aguas, o líquidos), mandó y siempre manda crear y nutrir. Y por este pacto existe una comunicación permanente de la tierra con el mar, la del doble líquido, moderado y mezclado según diversa y múltiple razón, de donde el origen de las cosas es diverso y la nutrición se rige por determinadas leyes y límites según el perpetuo imperio de IEHI observado para todo género de cosas, el cual es una ley de la naturaleza. Y así el mar suministra sus aguas a la tierra y la tierra a su vez devuelve las suyas de inmediato al mar, y una y otra naturaleza produce y favorece las suyas propias o produce permanentemente los frutos y las formas de los primeros géneros con que se adornan el Orbe<sup>40</sup>.

### De circulo aquarum et fluminum

*In iis corporibus, quorum partes nulla alia re quàm magnitudine et breuitate differunt, eadem partium atque totius natura, similis ratio, efficacitas, appetentia, et consimilis experientia est: ut in oleo, aqua, melle, vino, aceto, lacte, et succo siue liquore quolibet: item in vento, aëre, igne, et aliis; quæ facilè cedere, concedere, conuenire, iungi, diuidi, et rursus coniungi possunt. In his omnibus atque horum affinibus idem quod in parte cognoscitur, in toto existimari licet: pro modo tamen et portione tum magnitudinis, tum virium: nec hoc ad efficacitatem tantummodo, sed ad motum quoque fuerit referendum. Quod enim unaquæque pars vel maior, vel minor aut efficere aut perpeti obseruatur, idem eodemquem, pacto natura illa omnis efficere, idemquem potest pati.*

*Quæ mouentur corpora vel sponte vel coacta mouentur. Ea moueri sponte dicimus, quæ locum suum petentia, nisi aliàs impediuntur aut prohibeantur, quæ usque nacta fuerint, moueri non desinunt: idquem nullius impulsu externo agunt, sed inueniendæ propriæ quietis, hoc est, centri sui cupiditate insitoquem spiritu aguntur. Hoc motus genere aqua in Abyssum rotata voluitur. Spiritus ELOHIM liquorum superficies agitat, dilatat, temperat, et miscet. Eodemquem motus genere cælorum astrorumquem corpora propriis ac destinatis aguntur spiritibus. Coactus,*

*motus is dicitur, qui ex accepta ab altero vi incipitur et profertur, eademquem vicessante aut remittente, motus ipse cessat aut remittitur. Prior nulla eius quod mouetur lassitudine exercetur: Posterior et impellenti pro viribus reniitur, et ei quod impulsum mouetur, lassitudinem efficit, si modo fuerit lassitudinis compos. Spontaneus motus omnis perpetuus est, donec finem suum id quod mouetur, obtineat nisi aliundè impedimento quopiam afficiatur. Contrà verò coactus natura sua perpetuus esse nequit, sustineri verò et prorogari potest, modò id quod mouetur, labori non succumbat, et id quod mouet vel propriis semper, vel suffectis præstet viribus. Si initio sponte motui coactus addatur, uterque crescit quidem simul, sed ita sese impediunt, ut demum præter rationem aut desinant, aut deficient. Indignatur enim rerum natura qualibet impulsa vi, et lassa fatiscit: nec nisi suis modis relicta durare nimium agendo vel ferendo potest. Verùm enimuerò si inceptus ab impulsu motus in facultatem spontanei desinat; tum verò durare potest, et ea parte qua spontaneus est plerumque durat. Utriusque autem generis rationem in hac de qua agimus, liquorum natura unico explicabimus exemplo, instrumento à mechanica disciplina petito.*

*Dicebamus Abyssini liquoris, quam Latinè aquam nominamus, locum et vas proprium terræ superficiem esse, eam præcipuè quæ totius orbis centro vicinior iaceat: ita ut infimam omnium quæ contingere possint, oportunissimam quoque eesse constet. Igitur statuatur fistula, cuius alterum caput intra vas aqua plenum sit: ita ut aquam etiam eadem regione cum vase ad libellam contineat inferius, superius verò aërem claudat: quando fieri non potest ut omnino vacuus reperiat in rerum natura locus. Iam verò siue ore, siue alio quouis instrumento et modo, aër, qui in superiori parte est, extrahatur; eueniet continuo ut aqua illum locum omnem, hoc est, fistulam, ascendens, quasiqum protracta impleat: id quod protractionis impulsu factum est. Quando maioris et communis incommodi vitandi causa loco unde unum corpus excessit aliud, quod moueri possit, necessario succedit. Tam diu autem fistula siue tubus aqua plenus durabit, quamdiu nullus aëri superiorem regionem repetituro aperiat aditus: quo, vel angustissimo, aperto, aqua, quæ propter illatam vim ascenderit, admissa repentè aëri cedens, propria regione ad libellam residet. Verùm enimuerò si tubo illi, quo humor coactus ascenderit, alia pars adiungatur, qua descensuro inferior, quàm unde impulsus extractusve et profectus fuerat, regio, hoc est, depressior ac centro vicinior superficies ostensa promittatur, commodioris loci spe facillè impulsu feret, et perpetuo motu ascendet quam diu vel copia unde proficiscitur supersit: nec fistula vel tubus, qua ascensus descendurusquem sit, vitium capiat. Quamquam verò id quod diximus naturæ rerum obseruatoribus facillè animo ac mente capiatur: tamen ad sensum et experimentum figura id ostendere operæ pretium fuerit. Esto vas aqua ferè plenum, A: in quo sit tubus B, C. Extrahatur aër, qui est in tubo, qua parte aqua non est, hoc est, superiore: idquem fiat exsugendo aut alio quouis pacto: ascendet aqua usque ad C, contigètque exsugentis os. Verùm quamprimum C, patuerit aëri supernè subeunti, loco cedet quæ vi continebatur aqua, suamquem utrumque corpus occupabit regionem. Quod si eadem vel simili vi impulsus humor per alterum canalem, D, E, F, usque ad F conscenderit ad inferiorem superficiem, quàm unde profectus fuerat, inuitatus, id est, ad H, I, per osculum F tam diu defluet, quoad nihil in vase fuerit reliquum: quippe qui facillè se compelli ferat melioris loci obtinendi spem, copiam,*

*et facultatem nactus. Atque ita duobus continuis, altero vi, altero sponte incundo, perpetuus conficitur fluxus. Ex hoc verò disciplinæ illius quam Mechanicè dicimus, elemento complura instrumenta concinnari artificum industria possunt: inter hæc autem frequentissimi usus Ctesibica habetur machina; qua humor ab inferiore loco pulsus per cauum canalem ad superiora ascendere cogitur, ad certamen altitudinem quatenus impellentis pertingere virtus valeat. Quæ si maxime sit, firmissimis canalibus impetus ferendi causa indiget, aliàs multis partibus erumpente humore vitium facturis. Ea autem hoc paratur modo: Esto canalis A, B, siue rectus et ad perpendicularum fixus, siue decliuus aut aliàs obliquus, cuius inferior apertura intra aquam sit, loco C: superior verò extra aquam editior D. Inferiori adnexus esto malleus perpetuo mobilis, qui respirantium animalium laringis instar canalibus aperituram vicissim obturet et liberet. Hic perpetuo motu aquam inferiori parte subeuntem trudet, atque succedentibus plagis protrudet per superius foramen siue osculum A, prodituram: quæ cùm prodierit, libera defluet, atque perpetuum continuabit fluxum, quoad impellentis durabit plaga. Hanc machinam memo ex nautis non nouit. In Belgia etiam omni variis concinnatam et usurpatam modis vidimus. Cuius auctorem, quamquam Ctesibium quemdam Vitruuius laudet, nominisquem accepti initium dedisse ferat: nos tamen Deum ab initio mundi auctorem credimus et agnoscimus cum canente Vate (Psal. 103): Qui emittis fontes in conuallibus: inter medium montium pertransibunt aquæ. Et quidem arte comparatæ machinæ ratio, ita, uti descripta nobis est, habet. Verùm ea ex imitatione Abyssis obseruata et confecta fuit. Namque per media terræ viscera certos canales venarum instar Deus deduxit, vel lapide, vel creta, vel alio bitumine munitos, interdum ampliores, angustiores alias, et aliquando spongiæ instar habentes, aut per tophum, aut per arenam inmissum humorem nunc excolaturos, nunc copiosè exceptum contenturos, atque continuatis viis promanare permisuros. Horum canalium initia Abyssa adnectuntur, postremi fines ad superficiem usque terræ pertingunt. Prima capita laxiora sunt, quam susceptus liquor abundè subire possit, postremi verò fines plerumque angustiores, intermediæ partes variæ, iam laxæ, iam angustæ, pro natura et oportunitate glebæ, saxi, arenæ, argillæ vel tophi. Atque spiritu ELOHIM aquarum facies perpetuo mouente et agitante, liquor in canales vicinos succedit; canales verò semel subiens retrorsum verti aut refruere non valet, tum propter Abyssis ambientis magnam molem, quam repellere nullo modo potest, tum propter succedentis retro liquoris, et à spiritu ELOHIM, aut aliàs à vento impulsu vim, cui ut cedat, prorsum per continentes canales proruit, siue illos decliuiores, siue paulatim sese attollentes nanciscatur, donec aut in editiore montium iugo, aut in depressione conualle et campo ianuam qua erumpat inuenit. Cuiusmodi ianuas ad eruptionem concessas certaqum mensura definitas Latina versio fontes Abyssis, sacra verò lingua GHENIM, oculos, siue MAGHIENOTH oculationes vocat. S. S. E. Anno sexcentesimo vitæ Noe mense secundo, septimo die mensis rupti sunt omnes fontes Abyssis magnæ. At verò ubi liquor ille impulsus ad fontes perueniens erumpit, tunc verò decliuem nactus tractum, rotationem exercet suam, atque in riuo primùm, deinde in maiori alueo fluens, in mare pro sui copia fluuius factus deuoluitur, ea secum vehens ac deferens quæ vel ex terræ visceribus exuta sibi miscuit, vel ex superficie rapta et sublata concepit, aut inuexit. In ipso verò itineris tractu non sese sterilem præbet, sed plantas, pisces, animaliaque profert et educat: quæ pro regionis liquoribus ut foueret naturæ auctor*



*Deus atquem vox illa SARTSVHAMAIM, producant aquæ, siue liquores, creare et nutrire iussit, semperquem iubet. Atque hoc pacto terræ cum mari perpetua communicatio est, duplicis liquoris in variam ac multiplicem rationem attemperati et commixti, unde varia rerum origo ac nutritio certis legibus ac terminis constat iuxta perpetuum IEHI imperium omni rerum generi, quod ad naturam pertinet, obseruatum. Itaque mare liquores suos terræ suggerit: rursusquem terra suos mari euestigio rependit; et utraque natura proprios producit et fouet, aut alit fœtus, et primorum generum formas, quibus orbis ornatur, perpetuò sufficit.*

## NOTAS

1 Recordemos que, salvo excepciones, hay que esperar al primer tercio del siglo XX para que aparezcan trabajos sobre Arias Montano. Una documentada biografía de los primeros años de Arias Montano se puede encontrar en MOROCHO [1998b].

2 Para ver la evolución del pensamiento científico de este momento histórico es importante consultar a VERA [1945].

3 Aquí veríamos intenciones de reformar el clero.

4 F. Vera llama a Arias Montano *polígrafo* y creemos lo hace en este sentido [VERA, 1945, p. 237].

5 Una valoración de la importancia que tuvo España en la navegación durante el siglo XVI se puede intuir por la cantidad de publicaciones sobre este tema [FERNANDEZ VALLIN, 1893, pp. 246-259].

6 En el bajo nivel, desde el punto de vista humanístico, de la Universidad de Sevilla podría estar la explicación de que Arias Montano sólo estudiara un año de Artes.

7 Habría que decir que pocas universidades disponían de Cátedras independientes para estas materias.

8 Como es sabido es la primera Universidad en crear una cátedra de Astrología.

9 "El estamento clerical era el único elemento dinámico dentro del rígido sistema jerárquico, puesto que la pertenencia a él no estaba determinada por normas de descendencia, procediendo sus miembros de todos los estratos sociales" [LOPEZ PIÑERO, 1979, p. 69].

10 Aquí colocaríamos a Arias Montano.

11 Al menos en apariencia.

12 Grupo de filósofos que se constituyen en el Merton College, de Oxford, alrededor de mediados del siglo XIV. Realmente se les llamó *mertonianos* y su nombre de *calculadores* les proviene por su especial dedicación al movimiento de los cuerpos y al cálculo de velocidades y el análisis de diversas aceleraciones (uniforme, no uniforme, etc.).

13 La aportación matemática de esta corriente puede verse en COBOS y SANCHEZ [1996] y en MARTINEZ SILICEO [1996].

14 MOROCHO [1996, p. 80]; HOLGADO [1986, p. 303] dice que en 1547 estudia Física en Sevilla.

15 A. Holgado dice que durante los años 1546 y 1547 aparece matriculado en Artes en la Universidad de Sevilla [HOLGADO, 1986, p. 303]. Sin embargo, G. Morocho niega tal posibilidad [MOROCHO, 1996, pp. 100-103].

16 "[...] Altera de elementari igni quaestio est; de coelestium autem orbium numero altera. In utraque enim ratione diuersa omnino a vulgata receptaque opinantium traditione nostra est setentia. Nam neque nos igneum elementum in rerum natura existere censemus, neque orbium coelerumque numerum, undecimum usque vel duodecimum produci putamus, [...]" [LOPEZ TORO, 1955, p. 547].

17 Por las noticias que tenemos parece que va por buen camino una traducción al castellano.

18 Más bien se refiere a Arias Montano como hombre del Renacimiento literario. Esta forma de entender el Humanismo en España es bastante usual.

19 Nicolás Antonio nombra la obra *Liber generationis et regerationis Adam sive de Historia Generis Humani. Operis magnis pars prima, id est, Anima*. Antverpia, ex Officina Plantiniana, 1593 y no hace ninguna referencia a la Naturae Historia [NICOLAS ANTONIO, 1783, pp. 207-210].

20 Ante la consulta realizada al Dr. Morocho relativa a la inclusión de esta obra dentro de este apartado recibimos la siguiente respuesta que transcribimos: "La razón de incluir esta obra como doctrinal es que formaba parte del *OPUS MAGNA*, que para Pedro de Valencia era la *Filosofía de Arias Montano*. Todo este conjunto como obra de Filosofía iba destinado a la enseñanza superior, aunque de hecho nunca fuera un libro de texto. No obstante en el De Naturae Historia predomina el carácter *científico*. Por todo ello y como unidad independiente puedes optar por otra clasificación que juzgues mas apropiada, pues yo tuve en cuenta el conjunto de la trilogía".

21 *Experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica de vacuo spatio primum a R. P. Gaspare Schotto* (Amsterdam, 1672).

22 *Tractatus de corporum inseparabilitate, in quo experimenta vacuo tam Torricelliana quam Magdeburgica et Boyleana examinatur* (Londres, 1661).

23 *A defence of the doctrine touching the spring and weight of the air, proposed by Mr. Boyle in his New Physico-Mechanical Experiments; Against the objections of Franciscus Linus, wherewith the objetorís funicular hypothesis is also examined* (Oxford, 1662).

24 Para más noticias de este ilustre extremeño, natural de Campanario, véase COBOS et al. [1998].

25 *El Método de las Investigaciones Físicas. Discurso leído ante la Academia de Ciencias Naturales y Artes de Barcelona en la recepción pública de D. Eduardo Lozano y Ponce de León el día 14 de marzo de 1894*. Barcelona, Redondo y Xumetra, 1895, p. 18.

26 Ignacio Jordán de Asso y del Río (1742-1814). Erudito español natural de Zaragoza. Fue profesor en Zaragoza (1764) y Madrid (1771) y más tarde cónsul de España en Amsterdam (1776). Naturalista, preferentemente botánico, historiador del derecho y de la agronomía. Realizó una gran labor de traducción y recuperación de documentos antiguos. Su obra más importante, con marcada tendencia ilustrada, es *Historia de la economía política de Aragón* (1798).

27 *Clarorum Hispaniensium atque exterorum epistolae cum praefatione et notis Ignatii de Asso. Senatus Auctoritate. Caesaragustae: Ex Typographia Regia. Anno 1793, fol. (40).*

28 "Conviene añadir aquí a lo dicho [se refiere a la *Naturae Historia*], el notable tema que se lee en la pág. 209 de la Máquina Ctesibica, que nuestro maestro Arias tuvo algún conocimiento de la pesadez del aire antes que Torricelli y que lo demuestra con claridad".

29 Esta carta y su traducción aparecerá en el volumen IV de las Memorias de la Real Academia de Extremadura de las Letras y las Artes.

30 Después de Arquímedes, la Mecánica helenística apunta en su historia tres nombres: Ctesibio, Filón y Herón, de Bizancio el segundo y alejandrinos los otros dos, y de época incierta los tres. Se dice que Ctesibio (fl. 285-222 a. C.) fue profesor del Museo, fundador de la escuela alejandrina de ingenieros, durante los reinados de Ptolomeo II Filadelfo y Ptolomeo III Evergetes, y, según Vitrubio, era hijo de un barbero. Se le atribuyen varios inventos: una clepsidra (reloj de agua), un cañón de aire comprimido, algunos juguetes mecánicos que funcionaban en los teatros y jardines, la bomba impelente y el órgano hidráulico; pero como no se conoce ningún escrito suyo, todo son conjeturas basadas en los elogios de los escritores coetáneos entre los cuales gozó de gran fama y popularidad. [VERA, 1956-1969, T. II, pp. 279-280] y [MASON, 1988, T. 1, p. 61].

31 Esta es la primera definición que da Arias Montano de fluido, que denotamos como *formal*, aunque él no ponga nombre al conjunto de cuerpos que define. Montano se acerca con esta definición a lo que en la actual mecánica de fluidos se denomina *aproximación del continuo* [FOX y McDONALD, 1985]. Este párrafo también admite otra lectura. Arias Montano ha superado lo que fue *casi dogma* en la Edad Media: "el alma está toda en todo el viviente, y toda en cada una de sus partes (*Tota in toto et tota in qualibet parte*)". A fin de evitar el choque mental entre la contradicción de *toda en cualquier parte* se atemperaba la frase diciendo "*Tota in Toto, sed non totaliter in qualibet parte*, se halla toda en el todo, más no totalmente en cualquier parte de él". El adverbio salvaba verbalmente, lingüísticamente la contradicción, la frase y el principio. En nuestro siglo, Dedekind adoptará tal frase como definición de infinito matemático. "Un conjunto de números es infinito si es biunívocamente coordinable todo el conjunto con una, al menos, de sus partes" [GARCIA BACCA, 1986, p. 121].

32 Merece destacar la gran amplitud de ejemplos que Arias Montano propone. Podemos contar con fluidos newtonianos (que siguen la ley de viscosidad de Newton) como el agua, el aceite o el aire (curiosamente Montano distingue aire y viento), fluidos reológicos o no newtonianos como la miel e, incluso, fluidos que son plasmas como el fuego. De esta forma, Arias Montanos engloba en su definición tanto a los líquidos, como al aire y al fuego que eran los únicos gases y plasmas conocidos en su época.

33 Esta es la segunda definición de fluido, más operativa que la primera. Todos los ejemplos antes mencionados satisfacen las dos definiciones. Otras definiciones de fluido son las de Hooke, Mariotte y Newton. Hooke, en su *Micrographia* (1665) dice "que no es otra cosa que un cierto pulso o sacudida del calor. Efectivamente, no siendo el calor otra cosa que una agitación muy brusca y vehemente de las partes de un cuerpo [...], las partes de un cuerpo se ven llevadas

por él a soltarse unas de otras, de manera que se desplacen fácilmente, tornándose en fluido". En el *Traité du mouvement des eaux* (1686), Mariotte dice que "El aire y la llama son cuerpos fluidos; el agua, el aceite, el mercurio y los otros *licores* son cuerpos fluidos y líquidos; todo líquido es fluido, pero todo fluido no es líquido. Llamo líquido al que estando en suficiente cantidad corre y se extiende debajo del aire hasta que su superficie sea puesta de nivel; y puesto que el aire y la llama no tienen esa propiedad, no les llamo líquidos sino solamente fluidos". La definición que Newton ofrece en sus *Philosophiae naturalis principia mathematica* (1687) dice que fluido es todo cuerpo cuyas partes ceden por la aplicación de cualquier fuerza y, al ceder, se mueven entre sí con facilidad. Esta definición engloba tanto a líquidos como al aire, pero Newton distingue claramente a unos de otros. Respecto a los líquidos, casi siempre se refiere al agua, aunque cita también al aceite, al mercurio y a alguno más. Respecto a los gases, se trata exclusivamente del aire, ya que en esa época no se conocían otros gases [SIMON CALERO, 1996].

34 En este largo párrafo, Arias Montano nos muestra las bases de sus conocimientos de mecánica. Las dos ideas fundamentales son que los movimientos pueden ser espontáneos o impelidos (también usa inducidos) y que los movimientos pueden componerse, es decir, sumarse. Para Arias Montano, se mueven espontáneamente aquellos cuerpos que dirigiéndose a su fin no dejan de moverse hasta que son detenidos. No hay necesidad de impulso externo para estos cuerpos. El movimiento se realiza sin ninguna fatiga o resistencia por parte del cuerpo. Además propone dos ejemplos de este tipo de movimiento: el agua que se precipita en un abismo y los cuerpos celestes. El ejemplo no es gratuito ya que en la filosofía aristotélica y en la escolástica los movimientos terrenos no tenían nada que ver con los celestes y Arias Montano unifica lo terreno y lo celestial en las bases de su mecánica, rompiendo una tradición de siglos. El movimiento inducido se inicia y continua a partir de una fuerza recibida de un cuerpo. Este movimiento cesa o disminuye si lo hace dicha fuerza. Además, Arias Montano añade que los objetos que se mueven inducidos sí ofrecen resistencia.

35 Arias Montano se defiende de posibles polémicas introduciendo esta frase en su razonamiento. En realidad, la frase podía omitirse y el texto sería aún perfectamente consistente.

36 Arias Montano no ha escrito *peso del aire*. Sin embargo, el aire ejerce presión sobre el líquido y esto sólo es posible debido a su "peso".

37 Teóricamente, una persona aspirando podría elevar el agua hasta 10,33 metros ya que de esta forma extrae el aire que existe sobre el agua. En la práctica, son algunos metros menos (unos 6 metros) ya que es muy difícil hacer un *buen* vacío con un medio tan simple. Es impensable, por ejemplo, beber un refresco por una pajita de varios metros.

38 Este fenómeno se produce por el equilibrio hidrostático. El holandés Simon Stevin (1548-1620) fue el primero que enunció el principio del equilibrio hidrostático en 1586. Según este principio, el agua en vasos comunicantes estará necesariamente al mismo nivel.

39 Se ve aquí la curiosidad y el interés de Arias Montano por la aplicación técnica que tenía la mecánica. De esta forma se une a Bacon que con *La Gran Restauración* quiso huir del saber puramente libresco de la tradición filosófica [ELENA, 1998].

40 Este final de epígrafe no nos ha llamado la atención. Los testimonios análogos de coetáneos de Arias Montano serían múltiples. Después de dar una explicación científica se justificaba por la acción de Dios. Por no pecar de exhaustivos sólo vamos a referir un caso realmente llamativo. Los personajes, posteriores al frexnense, han tenido una influencia decisiva en el devenir científico. Descartes, después de definir el movimiento, dice: "Dios es la primera causa del movimiento y mantiene constante la cantidad de movimiento en el universo" [DESCARTES, 1995, pp. 96-97]. A esta aseveración contestó unos años más tarde Leibniz. Así en 1686 en las *Actas Eruditorum* aparece un artículo de Leibniz titulado *Breve demostración del memorable error de Descartes y otros sobre la ley natural, por la que quieren que la cantidad de movimiento sea conservada por Dios siempre igual, de la cual abusan incluso en la mecánica* [LEIBNIZ, 1991, pp. 3-8] y [LEIBNIZ, 1985, pp. 25-27]. La cosa no quedó sólo en esta réplica sino que continuó con otros intervinientes.

## BIBLIOGRAFIA

ALBARES ALBARES, R. (1996) "El humanismo científico de Pedro Ciruelo". En L. Jiménez Moreno (Coord.), *La Universidad Complutense Cisneriana. Impulso filosófico, científico y literario. Siglos XVI y XVII*. Madrid, Complutense.

ALVAR EZQUERRA, A. (1996) *La Universidad de Alcalá de Henares a principios del siglo XVI*. Alcalá de Henares, Universidad de Alcalá.

ARCE, D. (1574) *De recta curandorum vulnerum ratione, et aliis eius artis praeceptis libri II... de febrium curandorum ratione*. Ex officina Christophori Plantini, Antverpiae.

ARIAS MONTANO, B. (1601) *Naturae Historia*. Officina Plantiniana, Antverpiae.

BACON, F. (1985) *La gran Restauración*. Madrid, Alianza, Edición de Miguel Angel Granada.

BARRANTES, V. (1875) *Aparato Bibliográfico para la Historia de Extremadura*. Madrid, Pedro Nuñez.

BATAILLON, M. (1979) *Erasmus y España. Estudios sobre la historia espiritual del siglo XVI*. México, Fondo de Cultura Económica.

BECARES BOTAS, V. (1997) "Las ideas lingüísticas y el método de Arias Montano". *El Humanismo Extremeño II Jornadas*, 25-38.

BENITEZ CLAROS, R. (1946) "La Tabla de la diversidad de los días y horas, de Antonio de Nebrija". *Revista de Bibliografía Nacional*, 7, 323-339.

BOYER, C. B. (1987) *Historia de la Matemática*. Madrid, Alianza.

BUJANDA, J. M. (1993) *Index des Livres Interdits*. Sherbrooke, Université de Sherbrooke, T. VI.

BUJANDA, J. M. (1994) *Index des Livres Interdits*. Sherbrooke, Université de Sherbrooke, T. IX.

CABANELAS, D. (1969-1970) "Arias Montano y los libros plúmbeos de Granada". *Miscelánea de Estudios Arabes y Hebraicos, XVIII-XIX*, 7-41.

COBOS BUENO, J.M. (1998) *Un Astrónomo en la Academia renacentista del maestre de Alcántara Fray Juan de Zúñiga y Pimentel: Abraham Zacut*. Universidad de Extremadura (en imprenta).

COBOS BUENO, J.M. & SANCHEZ SALOR, E. (1996) "Un nominalista extremeño del siglo XVI: Juan Martínez Silíceo", *El Humanismo Extremeño I Jornadas*, 273-285.

COBOS BUENO, J.M.; PERAL PACHECO, D. & VAQUERO MARTINEZ, J.M. (1998) "Científicos extremeños en la diáspora en el tránsito del siglo XIX al XX". *Revista de Estudios Extremeños*, LIV (II), 745-782.

COLMEIRO, M. (1858) *La Botánica y los botánicos de la Península Hispano-Lusitana*. Madrid.

COTARELO VALLEDOR, A. (1947) *Nebrija científico*. Madrid, Magisterio Español.

CHASLES, M. (1889) *Aperçu historique sur l'origine et le développement des méthodes en Géométrie*. París, 3ª ed.

DESCARTES, R. (1995) *Los principios de la filosofía*. Madrid, Alianza [Introducción, traducción y notas de Guillermo Quintás].

ELENA, A. (1998) "Magos e ingenieros en el Renacimiento: una reevaluación". *Arbor*, CLIX, 628 (abril), 421-436.

FERNANDEZ, A.; MANRIQUE, A. & PEREA, D. (1992) "Catálogo de impresos científicos de la Real Biblioteca del Escorial". En: *Simposium: La Ciencia en el Monasterio del Escorial*. Madrid.

FERNANDEZ VALLIN, A. (1893) *Cultura Científica en España en el siglo XVI* (Discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales). Madrid, Sucesores de Rivadeneyra [Existe edición facsímil en Sevilla, Padilla Libros, 1989].

FOX, W.R. & MCDONALD, A.T. (1985) *Introduction to fluid mechanics*. John Wiley & sons, 3ª ed.

GALILEO GALILEI (1744) *Opere Omnia*. Padova, Gio Manfré, 4 tomos.

GARCIA BACCA, J.D. (1986) *Qué es Dios y quién es Dios*. Barcelona, Anthropos.

GARCIA TAPIA, N. (1989) *Técnica y poder en Castilla durante los siglos XVI y XVII*. Junta de Castilla y León, Consejería de Cultura y Bienestar Social.

----- (1997) *Los veintinueve libros de los ingenios y máquinas de Juanelo, atribuidos a Pedro Juan de Lastanosa*. Zaragoza, Departamento de Educación y Cultura de la Diputación General de Aragón.

GIL, J. (1998) *Arias Montano en su entorno [Bienes y Herederos]*. Badajoz, Editora Regional de Extremadura.

GONZALEZ CARVAJAL, T. (1832) "Elogio Histórico del Doctor Benito Arias Montano". En: *MEMORIAS de la Real Academia de la Historia*. Madrid, Imprenta de I. Sancha, T. VII.

GONZALEZ DE LA CALLE, P.U. (1923) *Francisco Sánchez de las Brozas. Su vida profesional y académica. Ensayo biográfico*. Madrid, Victoriano Suárez.

----- (1928) "Arias Montano, Humanista (Apuntes para un ensayo)". *Revista del Centro de Estudios Extremeños*, II (1 y 2), 17-170.

GUTIERREZ, C., S:I. (1951) *Espanoles en Trento*. Valladolid.

GUTIERREZ TORRECILLA, L.M. (1992) *Catálogo biográfico de colegiales y capellanes del colegio mayor de san Ildefonso de la Universidad de Alcalá (1508-1786)*. Alcalá de Henares, Universidad.

GUTIERREZ ZULUOGA, I. (1996) "Fundación y estudios de la Universidad Complutense". En: L. Jiménez Moreno (Coord.), *La Universidad Complutense Cisneriana. Impulso filosófico, científico y literario. Siglos XVI y XVII*. Madrid, Complutense.

HOLGADO REDONDO, A. (1986) "El Humanismo en la Baja Extremadura". En: M. Terrón Albarrán (Dir.), *Historia de la Baja Extremadura*. Badajoz, Real Academia de Artes y Letras de Extremadura, T. II.

JIMENEZ MORENO, L. (Coord.) (1996) *La Universidad complutense cisneriana. Impulso filosófico, científico y literario. Siglos XVI y XVII*. Madrid, Complutense.

LEIBNIZ, G.W. (1991) *Escritos de dinámica*. Madrid, Tecnos [Estudio preliminar y notas de Juan Arana Cañedo-Argüelles. Traducción de Juan Arana Cañedo-Argüelles y Marcelino Rodríguez Donís].

----- (1985) *Oeuvres concernant la Physique*. París, A. Blanchard [Traduit pour la première fois du latin en Français, avec des notes pour Jean Peyroux].

LOPEZ PIÑERO, J.M. (1979) *Ciencia y Técnica en la Sociedad Española de los siglos XVI y XVII*. Barcelona, Labor.

LOPEZ PIÑERO, J.M.; GLICK, T. F.; NAVARRO BROTONS, V. & PORTELA MARCO, E. (Eds.) (1983) *Diccionario Histórico de la Ciencia Moderna en España*. Península, Barcelona.

LOPEZ TORO, J. (1955) "Fray Luis de León y Benito Arias Montano". *Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos, LXI, 2*, 531-553.

MARTINEZ SILICEO, J. (1996) *Ars Arithmetica*. Madrid, Editora Regional de Extremadura y Universidad de Extremadura [Introducción, traducción y notas de E. Sánchez Salor y J. Cobos Bueno].

MASON, S.F. (1988) *Historia de las Ciencias*. Madrid, Alianza.

MONTUCLA, M. (1758) *Histoire des Mathematiques*. París, Ch. Ant. Jombert.

MORALES OLIVER, L. (1928) "Avance para una bibliografía de obras impresas de Arias Montano". *Revista del Centro de Estudios Extremeños, II (1 y 2)*, 171-237.

MOROCHO GALLO, G. (1996) "*MAGNUM ILLUM VERGENSEM CYPRIANUM MONACHUM, ALIUM PRATEREA NEMINEN ...: Cipriano de la Huerga, Maestro de Benito Arias Montano*" (Cipriano de la Huerga, Obras Completas IX, Separata). León, Secretariado de publicaciones de la Universidad de León, 71-115.

----- (1998a) "Avances de datos para un inventario de las obras y escritos de Arias Montano". *La Ciudad de Dios, CCXI (1)*, 179-275.

----- (1998b) "Trayectoria humanística de Benito Arias Montano I. Sus cuarenta primeros años (c. 1525/27-1567)". En: Marqués de la Encomienda et al., *El Humanismo Extremeño II Jornadas*. Trujillo, Real Academia de Extremadura de las Letras y las Artes, 157-210.

NICOLAS ANTONIO (1783) *Bibliotheca Hispana Nova*. Tomus primus. Matritii, Joachimum de Ibarra.

ORDUÑA, I.R. (1928) "Arias Montano, Escrituario". *Revista del Centro de Estudios Extremeños, II* (1 y 2), 1-15.

PECELLIN LANCHARRO, M. (1989) "La Naturae Historia de B. Arias Montano". *Revista de Estudios Extremeños, XLV* (II), 269-280.

----- (1996) "Visión panorámica de la Naturae Historia de Benito Arias Montano". *El Humanismo Extremeño I Jornadas*, pp. 91-96.

PEREZ ARCAS, L. (1868) *Discursos leídos ante la R. Academia de Ciencias Exactas, Física y Naturales en la recepción del Sr. D. Laureano Pérez Arcas*. Madrid.

PICATOSTE Y RODRIGUEZ, F. (1891) *Apuntes para una Biblioteca Científica Española del siglo XVI*. Madrid, Manuel Tello.

REKERS, B. (1973) *Arias Montano*. Madrid, Taurus.

RODRIGUEZ MONINO, A.R. (1928) "La Biblioteca de Benito Arias Montano. Noticias y documentos para su reconstrucción (1548-1598)". *Revista del Centro de Estudios Extremeños, II* (3), 553-598.

SIMON CALERO, J. (1996) *La génesis de la Mecánica de los Fluidos (1640-1780)*. Madrid, UNED.

SIMPOSIUM (1992) *La Ciencia en el Monasterio del Escorial*. San Lorenzo del Escorial, Madrid.

TERRON ALBARRAN, M. (Dir.) (1986) *Historia de la Baja Extremadura*. Badajoz, Real Academia de Artes y Letras de Extremadura.

VERA FERNANDEZ DE CORDOBA, F. (1937) *Historia de la Ciencia*. Barcelona, Iberia.

----- (1945) *Evolución del pensamiento científico*. Buenos Aires, Sudamericana.

----- (1956-1969) *Historia de la cultura científica*. Buenos Aires, Ediar.

----- (1948) "Les Mathématiques à l'École des Traducteurs de Tolède". *Annales de la Société Polonaise de Mathématique*, 94-98, T. XXI.

VERNET GINES, J. (1975) *Historia de la Ciencia española*. Madrid, Instituto de España.

VIGIL, L. & RUIZ AIZPIRI, P. (1944) "Nebrija en el campo científico". *Revista Matemática Hispano-Americana*, 71-86, T. IV.

VITRUVIO POLLION, M. (1582) *De architectura* [Dividido en diez libros, traducidos de Latin al Castellano por Miguel de Vvrea. Impreso en Alcalá de Henares por Iuan Gracian. Año M.D.LXXXII]. [Reproducción en facsímil en Valencia por Albatros en 1978].

WUSSING, H. & ARNOLD, W. (1989) *Biografías de grandes matemáticos*. Zaragoza, Universidad de Zaragoza.