

1.4. Astronomía Medieval.

1.4.1. Introducción:

Claudio Ptolomeo fue el último gran astrónomo del mundo antiguo. Los romanos no aportaron nada significativo al avance de la astronomía ni de la ciencia en general. El período comprendido entre Ptolomeo (siglo II) y Copérnico (siglo XVI), a pesar de ser dos veces más extenso que el transcurrido entre Tales y Ptolomeo, y cuatro veces más largo que el que nos separa de Copérnico, no contribuyó con ningún descubrimiento astronómico significativo.

La escuela de Alejandría, con Ptolomeo como su último gran exponente, recibió un severo golpe en el siglo V cuando parte de la Biblioteca de Alejandría fue destruida e Hipatia, matemática hija de Teón, fue asesinada. Hipatia nació entre los años 370 a 380 y recibió una educación en matemáticas de parte de su padre Teón y luego estuvo mucho tiempo estudiando en Atenas. A su regreso en Alejandría se convirtió en ídolo de las multitudes y defendió al paganismo. Dotada de singular belleza y de un talento superior a los demás neoplatónicos, consiguió levantar del espíritu decaído de aquellos, pero pagó cara su osadía pues en las revueltas entre los partidarios de San Cirilo y de el prefecto Oreste, tomó partido por este último y resultó asesinada por una turba en el 415.

Los primeros siglos de la era cristiana están marcados por el desprecio o indiferencia hacia la ciencia y un renacer de las religiones, en particular de la religión católica. A partir del siglo VII el Islam juega un papel de gran importancia. Mahoma murió el año 632 y se inicia a partir de esa fecha una rápida expansión del Islam.

En el año 642 la Biblioteca de Alejandría fue finalmente destruida por el Califa Omar. Este adoptó el punto de vista que los libros o estaban de acuerdo con el Corán, libro sagrado del Islam, en cuyo caso eran superfluos, o estaban en desacuerdo con él, en cuyo caso eran heréticos. Así ordenó destruirlos todos. Afortunadamente algunos libros fueron escondidos logrando salvarse para la posteridad. Manuel Lozano pone en duda la culpabilidad del califa Omar, pues la Biblioteca parece haber sido destruida a lo menos dos siglos antes de Omar. En el 391 un decreto del católico Emperador Teodosio prohibía todas las religiones paganas (no-católicas). El Obispo de Alejandría Teófilo mandó a arrojar al “fuego purificador” todos los escritos de la Biblioteca que hablasen de otros dioses. Al final todos los libros parecen haber sido presa de las llamas. Esta es una de las grandes barbaries cometidas por el hombre en contra del ser humano y la civilización.

A partir del siglo VII se inicia en el oriente un renacimiento en los estudios astronómicos, gracias a los árabes. Bagdad, la nueva capital de los Califas, se convirtió en un importante centro cultural. En Damasco y Bagdad se fundaron observatorios dotados con instrumentos semejantes a los utilizados por los griegos, algo más perfeccionados y de mayores dimensiones. Desde estos observatorios se realizaron observaciones sistemáticas de los cuerpos celestes y de los eclipses.

1.4.2. Al-Mamún:

Califa, nacido en Bagdad en septiembre del año 786; murió el 10 de agosto del 833, a los 47 años. Durante su reinado (de 813 al 833) demostró poseer una verdadera pasión por las ciencias; reunió en Bagdad a sabios de todos los credos y razas a los que trató con rara y espléndida magnificencia y para quienes tuvo una tolerancia ilimitada.

Envió emisarios a Grecia para recoger los más célebres manuscritos para traducirlos al árabe. De él se cuenta la anécdota que, cuando venció al Emperador de Constantinopla le impuso como condición de paz la entrega de diversos manuscritos griegos, entre ellos una copia del Almagesto. Estableció en Bagdad, al comenzar el siglo noveno, un centro de traducciones llamado "*Casa de la Sabiduría*".

Al-Mamún hizo ejecutar, en las planicies de Mesopotamia, dos operaciones destinadas a determinar la longitud de un grado terrestre, es decir, la distancia entre dos lugares cuyas verticales forman un ángulo de un grado. Encontraron que 1° equivalía a $56\frac{2}{3}$ millas árabes, cada una de ellas de 4.000 "elems negros" (¿?).

Los astrónomos de Al-Mamún descubrieron que la mayor ecuación del Sol era $1^\circ 59'$. Fijaron la posición del apogeo de ese astro, para el año 830 en $82^\circ 39'$. Además tradujeron el Almagesto al árabe, en el año 820. En la Biblioteca de Leiden se encuentra una traducción árabe del Almagesto del 827.

Tres desafíos astronómicos debieron enfrentar los astrónomos musulmanes. El primero dice relación con el calendario. Mahoma, cansado de meses intercalares fijó un calendario lunar de doce meses de 29 y 30 días que fija un año de 354 día. Con eso los meses sagrados, como el mes de Ramadán, van cambiando a lo largo de las estaciones cada 30 años. Los meses empiezan no cuando la Luna está en conjunción con el Sol (Luna nueva) sino en el momento de la primera Luna "visible", como una delgada creciente. Las tablas lunares dan la longitud eclíptica de la Luna, pero su "visibilidad" depende de la altura sobre el horizonte. Para ello los árabes debieron desarrollar métodos de trigonometría esférica, más poderosos que los de Menelao, que resultaban muy engorrosos.

El segundo desafío tenía que ver con las horas de oración. El Corán los manda a orar cinco veces al día: a la puesta del Sol, al caer la noche, al romper el día, al mediodía y en la tarde. Una oración voluntaria de la mañana y las últimas dos de la lista

correspondían a la tercera, sexta y novena hora de luz en el día. Como las Mezquitas debían hacer un llamado a los fieles a orar era necesario saber cuando hacerlo (en una época donde los relojes no existían). Al comienzo del siglo noveno un miembro de la Casa de la Sabiduría, de nombre al-Khwarizmi (una corrupción de cuyo nombre produjo la palabra algoritmo) compiló tablas de oración para la latitud de Bagdad sobre la base de la longitud de las sombras (la altura del Sol).

El tercer gran problema era la necesidad creciente de construir y orientar las mezquitas en la dirección hacia la Meca. Debieron desarrollar métodos para saber la dirección "hacia la Meca" en lugares muy alejados del globo, como España.



r catalogue

ASTRONOMY

zīj had been composed in the Baghdad by al-Khwarizmi. This astronomical work brought to the Baghdad a member of an Indian origin, and most of the zīj derived from India, as did many of the procedures. In a version of the zīj it was to be translated into Arabic in the twelfth century, and the ways in which Indian astronomy reached the medieval West. Astronomers who respected the tradition amended certain of his parameters

The Andromeda constellation, from a medieval Islamic copy of drawings by the tenth-century Persian astronomer Abd al-Rahman al-Sufi, who revised the star catalogue in Ptolemy's *Almagest*. The drawing shows (directly above this caption), very remarkably, the Andromeda Nebula, which is visible to the naked eye only under very favourable conditions and which had to be rediscovered telescopically in the West in the seventeenth century. The fish represents an alternative depiction from pre-Islamic Arabia.

1.4.3. Albatenio:

Al Battani, latinizado como Albatenius, es el más famoso de los astrónomos árabes. Nació hacia mediados del siglo IX en Battán, zona de Harán, Mesopotamia occidental. Su padre tuvo fama como mecánico y constructor de instrumentos astronómicos. Hizo observaciones astronómicas entre el 877 y el 919, sobre todo en Rakkah, donde vivió. Murió en el año 928.

Observador cuidadoso, corrigió y puso al día la teoría de Ptolomeo, de acuerdo a sus propias observaciones planetarias. Empleó trigonometría en la solución de problemas de astronomía esférica.

Albatenio determinó la oblicuidad de la eclíptica (el ángulo que forma la eclíptica con el ecuador) con un error menor a medio minuto de arco, encontrando un valor de $23^{\circ} 35' 41''$. Determinó también el instante de los equinoccios con una precisión de 1 a 2 horas. Comparando sus observaciones para el año 880 con las de Ptolomeo logró una longitud para el año, determinando 365d 5h 46m 24s equivocándose tan sólo en 2 minutos y 22 segundos. A partir de sus observaciones de la longitud de las estaciones (93d 14h para la primavera y 93d 0h para el verano) determinó la longitud del apogeo como $82^{\circ} 17'$ y la excentricidad de 0,0346, un excelente valor.

Sus observaciones solares le permitieron descubrir el desplazamiento del perigeo solar, cuyo valor difería ya en $16^{\circ} 47'$ con el dado por Ptolomeo. Sobrestimó el valor de la constante de precesión, asignándole un valor de $54''$ por año (el valor real es de sólo $50,26''$ /año).

The constellation Perseus, after Abd al-Rahman al-Sufi. It is depicted as if on a globe; that is, the mirror image of the way the stars appear in the sky. The brightest star in the severed head of Medusa is labelled 'al-ghul' ('Algol'), an abbreviation of the Arabic 'ra's al-ghul', 'the Demon's Head' (for Ptolemy's 'Gorgon-head'). Algol is a variable star and this was recognized in the West in the seventeenth century (see page 203), but there is no convincing evidence that the earlier use of the word 'demon' implies that Ptolemy or his Islamic successors knew of this variability.



1.4.4. Al Sufi:

Al Sufi fue un astrónomo persa del siglo décimo (cuyo nombre era Abd al-Rahman al-Sufi). Nació el año 903 y murió el 986. Revisó el catálogo estelar de Ptolomeo, aportando determinaciones (o estimaciones) del brillo de las estrellas en su libro titulado *"Libro de las Constelaciones y las Estrellas Fijas"*. Es la primera uranografía donde se dibujan las constelaciones más importantes y se detallan por sus nombres las estrellas principales. Un buen número de las estrellas tienen nombres propios de origen árabe, como Aldebarán, Rigel, Betelgeuse, etc.

1.4.5. Abul Wefa:

Abul Wefa al Buzdjani (Mohamed ben Mohamed ben Iahia ben Ismael ben Alabbas) nació en el año 939 en la villa de Buzdjan, situada cerca de Nischabur, capital del Khorassan. A los veinte años se trasladó a Bagdad donde permaneció hasta su muerte, en el año 998. Dotado de grandes disposiciones para las ciencias matemáticas, recibió lecciones de los hombres más hábiles de su época, logrando pronto superarlos.

Abul Wefa creó una escuela a la que asistieron como alumnos gran número de sabios distinguidos. La época era favorable para trabajos intelectuales; los príncipes buidas, después de haberse apoderado de Persia, gobernaban los estados musulmanes de oriente, con el nombre de califas Abasíes. Reducidos a una nueva autoridad espiritual y revestidos de la dignidad de emir al omrah (emir de emires), que puede compararse al de mayordomo de palacio, mantenían la paz en el imperio y renovaban los prodigios del reinado de Al Mamún. Uno de esos príncipes, Adhad Eddulah, estudió astronomía con Ebn al Aalam y el cielo estrellado Abderrahmann-Sufi, mostrando durante su reinado de treinta y tres años una gran afición por las artes y las letras. Abul Wefa encontró por lo tanto en los jefes del Estado el estímulo necesario para sus trabajos.

Abul Wefa comentó a Euclides y Diofanto; escribió un Tratado de Aritmética, del cual se conserva un volumen en la Biblioteca de Leiden. También tradujo un tratado de Álgebra de un tal Hiparco, llamado el Rafaniano.

Abul Wefa realizó observaciones astronómicas corrigiendo las tablas astronómicas de sus predecesores, escribiendo además su propia versión del Almagesto, totalmente original. En él se revela un espíritu muy lúcido y profundo, exhibiendo además una facilidad de expresión poco usual entre los autores árabes de la época. En los primeros capítulos de su Almagesto Abul Wefa desarrolla las fórmulas de las tangentes y de las secantes, como así también presenta tablas de tangentes y secantes para ángulos menores de 90° . Cambió además las fórmulas de los triángulos, desterrando las incómodas expresiones compuestas, donde se encontraban a la vez senos y cosenos de la incógnita. De esto se vanagloriaba, sin justificación, Regiomontano 5 siglos más tarde, debido a que la obra de los árabes no fue conocida en Europa.

Abul Wefa hizo una importante corrección a la teoría lunar, al comparar sus propias observaciones con la de los astrónomos que habían sucedido a Al Mamún y con las tablas de Ptolomeo. Indicó claramente la tercera desigualdad, llamada variación por Tycho Brahe.

Abul Wefa además mostró gran interés por los trabajos científicos de otros astrónomos con quienes intercambió correspondencia. A su muerte la escuela científica de Bagdad declinó para dar paso a El Cairo como el nuevo centro cultural.

1.4.6. Ebn Junis:

Ebn Junis nació en Egipto hacia la mitad del siglo X. Pertenecía a una antigua familia del Yemen.

Viajó por Irak, adquiriendo el gusto por la astronomía en la escuela de Abul Wefa. El califa Aziz (975-996) lo protegió dándole todos los medios necesarios para que realizara numerosas observaciones astronómicas. Entre los años 977 y 1007 Ebn Junis disfrutó de la protección del califa Aziz y luego del califa Hakem.

Realizó observaciones de eclipses lunares y solares, las conjunciones de los planetas y las estrellas, etc. Ebn Junis realizó sus observaciones en la gran Cavafa, encima de la mezquita, llamada por tal motivo mezquita del observatorio. Luego observaba en un observatorio que el califa Hakem hizo construir en el monte Mocattam, al norte de El Cairo.

Escribió un extenso tratado que terminó durante el reinado de Hakem y a quien se lo dedica, titulándolo Hakemita, compuesto por cuatro volúmenes. Sólo nos han llegado de él algunos fragmentos que permiten juzgar sus méritos. En él presenta sus propias observaciones junto con observaciones anteriores, cubriendo un intervalo de más de 150 años. Su tratado también presenta reglas y artificios trigonométricos que no fueron imaginados en Europa hasta la primera mitad del siglo XVIII. También le debemos a Ebn Junis el empleo del gnomon de agujero. Su tratado reemplazó en todo el oriente al Almagesto de Ptolomeo.

Las tablas luni-solares de Ebn Junis fueron reproducidas por los persas en las Tablas Gelaleanas de Omer Keyam; por los griegos en la Sintaxis de Chrisococca; entre los conquistadores mongoles, en las tablas Ilkhanianas, de Nassir Eddin Thusi y entre los chinos en la "Astronomía" de Co-Chu-King. La influencia de la escuela científica de El Cairo se extendió también al occidente impulsando con nueva actividad a los sabios de Magreb y de España. Ebn Junis murió en El Cairo en el año 1008.

Nassir Eddin dejó un compendio de astronomía e inició un vasto trabajo de tablas astronómicas para calcular el movimiento de los planetas, tablas que también contenían un nuevo catálogo estelar fundado en nuevas observaciones. También estableció un valor más exacto para la constante de precesión anual.

Si bien en Oriente no se realizaron grandes descubrimientos astronómicos, el trabajo de compilar observaciones como así también de desarrollar métodos matemáticos incluyendo la invención de nuestro actual sistema de numeración, fueron aportes de gran significación. De los árabes hemos heredado términos astronómicos como cenit, nadir, almicantárada, almanaque y los nombres de varias estrellas como Aldebarán, en el Toro, que significa "la siguiente" pues sigue a las Pléyades; Betelgeuse en Orión, es decir "la espalda del gigante"; Altair en la constelación del águila que quiere decir "águila voladora", etc.

Entre los instrumentos astronómicos más utilizados en aquella época deben mencionarse el astrolabio, el cuadrante mural y las esferas armilares, en sus distintos grados de complejidad.

1.4.8. Alfonso X el Sabio:

Alfonso X, Rey de España, nació en 1221. Sucedió en el trono de Castilla a su padre, San Fernando, cuando tenía 31 años. Su reinado no fue muy feliz; se vio obligado a luchar contra miembros de su propia familia, así como contra sus súbditos. Falleció en Sevilla en el año 1284, destronado por su propio hijo, don Sancho.

Figure 8.1 This medallion of Alfonso X (1221–84) is among a series in the chamber of the U.S. House of Representatives that depicts great lawgivers.



Sintió un gran interés por la astronomía, reuniendo en su corte de Toledo a los astrónomos más célebres de su tiempo, ya fuesen cristianos, judíos o árabes, sin distinción de credos ni razas, encargándoles mejorar las tablas astronómicas árabes pues carecían de suficiente exactitud. Como resultado de este esfuerzo se publicaron las Tablas Alfonsinas, en el 1252, el mismo día en que Alfonso sucedió en el trono a su padre. El astrónomo más prominente a cargo del trabajo fue el judío Isaac ben Said.

Se cuenta como anécdota que el rey Alfonso, cansado del complicado conjunto de epiciclos y deferentes habría dicho: "Si Dios me hubiese consultado en el momento de la Creación, le hubiese dado magníficos consejos". Estas palabras que no son sino una crítica al sistema de Ptolomeo, fueron consideradas como un signo de gran impiedad.

Alfonso X se preocupó no tan sólo de las leyes celestes sino también de las leyes que debían ser obedecidas por sus súbditos, recopilándolas en las famosas "Partidas". Se publicaron también los "Libros del Saber" voluminosa enciclopedia astronómica en la que se dibujó por primera vez la órbita de Mercurio como una elipse, con la Tierra en el centro.

1.4.9. Sacrobosco:

Juan de Holywood, del condado de York, conocido por su nombre latinizado de Sacrobosco, fue uno de los astrónomos más influyentes del siglo XIII. Fue profesor de matemáticas en París, donde murió en 1256.

Escribió un tratado elemental de astronomía esférica, titulado "Sphera Mundi" que fue muy popular hasta mediados del siglo XVII, en un gran número de traducciones y ediciones.

1.4.10. Jorge Purbach:

En el siglo XV surgió en Alemania y Austria un importante centro de estudios astronómicos, obra de Jorge Purbach, profesor de Matemáticas y Astronomía en la Universidad de Viena, hacia el año de 1454. Nació en una pequeña localidad austriaca de la cual tomó el nombre, en el año 1423.

A fin de publicar una buena edición del Almagesto de Ptolomeo, se unió al cardenal Bessarión y a los sabios griegos que le habían seguido después de la caída de Constantinopla. Su prematura muerte, en 1461, le impidió completar su obra. A pesar de ello, las mejoras en los instrumentos de observación astronómica y las tablas astronómicas que él calculó, lo sitúan como unos de los grandes astrónomos que precedieron a Copérnico.

1.4.11. Regiomontano:

El discípulo más destacado de Purbach fue Juan Müller, conocido por su nombre latinizado de Regiomontano. Nació el 6 de Junio de 1436, cerca de Koenigsberg. Colaboró con Purbach en su revisión de la Tablas Alfonsinas.

Estuvo en Roma invitado, junto con Purbach, para estudiar y uniformar las traducciones del Almagesto. Al morir Purbach Regiomontano permaneció en Italia por siete años, terminando el Compendio de Purbach. Se estableció más tarde en Nürenberg en la época de la invención de la imprenta.

El mecenas Bernardo Walther, alumnos de Regiomontano, le ayuda a construir un observatorio y funda un taller para la construcción de instrumentos astronómicos, con los cuales realizaron importantes observaciones, especialmente del cometa de 1472.

Regiomontano fundó también una imprenta, publicando la teoría Planetaria de Purbach. En ella se pone de manifiesto el contraste entre la doctrina aristotélica y ptolemaica. En Nürenberg publicó almanaques y efemérides astronómicas. Estas contenían el "método de las distancias lunares" descubierto por él para determinar las coordenadas de un punto en el mar, en cualquier momento en que fuese visible la Luna. Midiendo la posición en el cielo de la Luna con respecto a las estrellas se podría conocer, mediante una tabla, la hora en algún lugar standard de referencia. Comparando la hora local con la hora standard se conocía entonces la longitud del lugar. La hora local se puede obtener directamente por observaciones del Sol. Parece que Cristóbal Colón conocía y utilizó este método en sus viajes al nuevo mundo. También se debe a Regiomontano la observación de que, si los paralajes de la Luna en el sistema de Ptolomeo eran correctos, el diámetro de ese astro debería a veces ser el doble de lo que se observa.

En 1475 Regiomontano fue llamado nuevamente a Roma por el Papa Sixto VI, para que estudiase la reforma del Calendario. Regiomontano murió en Roma, el 6 de Julio del año 1476, a los 40 años, según algunos, víctima de una emboscada que le tendieron los hijos de Jorge de Trebisonda, por haber señalado los errores que éste cometiera en una traducción de Ptolomeo. Bernardo Walther continuó las observaciones y completó algunos trabajos de su maestro, haciendo los primeros intentos por explicar la refracción atmosférica.

Según Arago, decir que Regiomontano fue el mejor astrónomo de su época no significa un gran elogio para sus contemporáneos.

1.4.12. Paolo del Pozo Toscanelli:

Nacido en Florencia en el año 1397, murió en 1482. Amigo y condiscípulo de Nicolás de Cusa (1401-1464) en la Universidad de Padua.

Colocó un gnomon en la Catedral de Santa María del Fiore en Florencia, haciendo un agujero en la base de la linterna de la cúpula, a 90 metros del suelo. Eso le permitió determinar el día del solsticio de verano.

Hizo importantes observaciones de cometas: en 1433, 1449-50, 1456 el cometa Halley, en 1457 los cometas 1457I y 1457II y en 1472.

1.4.13. Nicolás de Cusa (1401-1464):

Nicolás de Krebs, llamado de Cusa por su ciudad natal, disentía con las ideas de Aristóteles, base del pensamiento escolástico. En particular Nicolás de Cusa no estaba de acuerdo ni con la física ni con la astronomía del estagirita. En su obra: *“De la Docta Ignorancia”* rechaza el carácter absoluto de la oposición de “arriba” y “abajo” desarrollando también el pensamiento que el universo no tiene centro. Decía que la Tierra no podía hallarse en el centro del Universo por la sencilla razón que el Universo, infinito, carecía de centro. En cierto sentido el cusano va más lejos que Copérnico que supone que el Sol es el centro del Universo. Nicolás de Cusa es precursor de Giordano Bruno y sus mundo infinitos.

Nicolás de Cusa es el autor de la célebre frase que el universo es una esfera que “tiene su centro en todas partes y su superficie en ninguna”. Señalaba que cuanto más grande es el radio de la circunferencia tanto menor es su curvatura y la circunferencia del más grande de los círculos no tendría curvatura alguna: sería una línea recta.

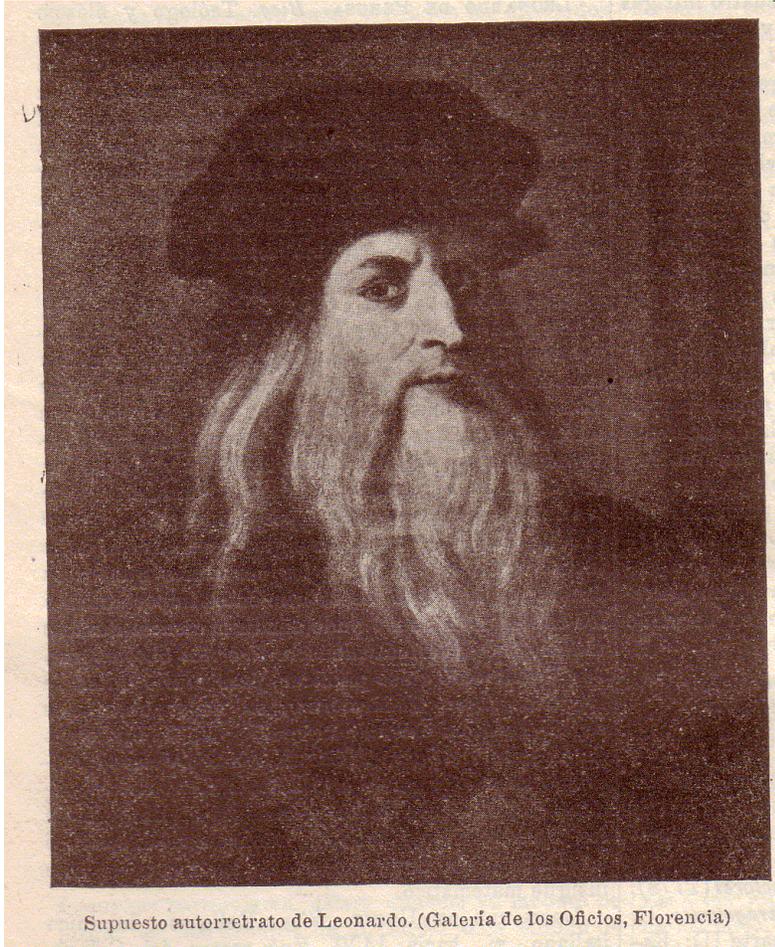
Nicolás de Cusa contradice a Aristóteles en un punto crucial: considera que los cuerpos celestes y terrestres están compuestos por la misma materia rompiendo la dualidad aristotélica de materia y leyes. Considera al sol semejante a las estrellas e incluso habla de “habitantes de otras estrellas” y creía que ninguna de las regiones estelares carecía de habitantes. Por sostener estas ideas, un siglo y medio más tarde Giordano Bruno fue quemado vivo en la hoguera, a manos de la Inquisición.

Nicolás de Cusa considera natural el movimiento de la Tierra pero no es muy explícito en sus escritos acerca de qué movimientos posee la Tierra. Sólo parece claro que el cusano atribuía a la Tierra un movimiento de rotación en 24 horas pero no es claro acerca de un posible movimiento de translación. Siendo su pensamiento muy avanzado para la época, desgraciadamente parece que sus ideas no fueron conocidas por Copérnico. En todo caso su pensamiento contribuyó de manera importante a debilitar el anticuado andamiaje del pensamiento escolástico, facilitando con ello la llegada de nuevas ideas como las de Copérnico.

1.4.14. Leonardo da Vinci:

Genio del renacimiento italiano que brilló en las artes, ingeniería, construcción, invenciones, ciencia, etc. Nació en Vinci en 1452, muriendo en Francia en 1519.

Leonardo había roto sus vínculos con la escolástica (“ciencia escolar”) de su época, la que se reducía a interpretaciones de las “autoridades de la antigüedad”. Leonardo se proclamó servidor de la experiencia, subrayando que *“quien se remite a la autoridad no utiliza su inteligencia, sino su memoria”*. Solía decir que *“la sabiduría es hija de la experiencia”*. Y que *“la experiencia no se equivoca jamás”*, que *“yerran solamente nuestros juicios”*. Y que la experiencia es el manantial del saber.



Supuesto autorretrato de Leonardo. (Galería de los Oficios, Florencia)

Leonardo creía que el Sol es un cuerpo muy caliente. Escribió: "Dicen que el Sol no es caliente porque no tiene el color del fuego sino mucho más claro; a esto se puede replicar que cuando está más caliente el bronce licuado es más semejante al color del Sol y cuando está menos caliente se asemeja más al color del fuego".

Dibujó las manchas lunares, llegando a la conclusión que las zonas brillantes eran mares mientras las partes oscuras eran islas o tierra firme.

Explicó correctamente lo que él llamó "brillo de la Luna", luz cenicienta. Esta es la débil iluminación que se observa en la Luna cuando está casi

nueva, como una delgadísima lunita. Esa iluminación es luz solar reflejada en la Tierra que ilumina la Luna (cuando nosotros vemos Luna nueva desde la Tierra verían “Tierra llena”).

Las brillantes ideas de Leonardo permanecieron sin publicar por muchos siglos y por ende no sirvieron para que otros pensadores adelantaran sus obras. Copérnico tampoco tuvo conocimiento del pensamiento de Leonardo, modelo de genio fuera de su época.

Bibliografía:

- Abetti, G. "*Historia de la Astronomía*", Fondo Cultura Económica, México, 1956.
- Arago, F. "*Grandes Astrónomos Anteriores a Newton*", Espasa-Calpe (Colección Austral), Madrid, 1962.
- Berry, A. "*A Short History of Astronomy*", Dover, N. York, 1961
- Christianson, G.E. "*This Wild Abyss*", Free Press, N. York, 1979
- Couderc, P. "*La Etapas de la Astronomía*", EUDEBA, B. Aires, 1962
- Dreyer, J.L.E. "*A History of Astronomy from Thales to Kepler*", Dover, N.York, 1953
- Hoskin, M., Editor, "*The Cambridge Concise History of Astronomy*", Cambridge University Press, Cambridge, 1999.
- Lozano Leyva, Manuel "*De Arquímedes a Einstein: Los diez experimentos más bello de la física*", Debate (Ramdon House Mondadori), Barcelona, 2005.
- North, John, "*The Fontana History of Astronomy and Cosmology*", Fontana Press, Londres, 1994
- Sarton, G. "*Historia de la Ciencia*", 4 volúmenes, EUDEBA, B. Aires, 1965
- Toulmin, S. Y Goodfield, J. "*La Trama de los Cielos*", EUDEBA, B. Aires, 1963