

Algunos aspectos históricos acerca del conocimiento científico europeo desde la Antigüedad hasta el Renacimiento

(Apuntes para una Sociología de la Ciencia)

GRUPO DE CULTUROLOGÍA

0. INTRODUCCIÓN

0.1 *Presentación*

Este artículo es el resultado del esfuerzo coordinado del Grupo de Culturología del ISUNAM, en el que participan 8 miembros. En esta etapa de sus estudios, el interés fundamental que los motivó fue el de adentrarse en la historia de las ideas científicas considerándola como un laboratorio del cual podría obtenerse materiales y enseñanzas para un estudio de Sociología de la Ciencia. Para una mejor comprensión del tema se procedió a considerar dos grandes etapas: una, del siglo XVII al XX; la otra, del XVII hacia atrás. En esta ocasión, se presentan sólo algunos de los resultados de las lecturas hechas sobre la segunda de las etapas mencionadas (primera en el tiempo, del XVII hacia atrás).

Al redactar, no sólo se intentó hacer una descripción de los acontecimientos científicos más descollantes y colocarlos en una serie o sucesión cronológica, sino que, más específicamente, se trató de vislumbrar la explicación tanto de los acontecimientos científicos como de su articulación desde el punto de vista de sus relaciones de *coexistencia* y *sucesión*, las cuales adquieren importancia gracias a las ideas de estructura, de función y de sentido, y encaminan hacia su comprensión.

La explicación y la comprensión del acontecer científico de una época dada implican, no sólo 1) la descripción de la forma en la que el hombre en su actividad cognoscitiva 1.1) ha ido descubriendo los diferentes objetos que le rodean y 1.2) ha buscado ponerlos a su servicio, sino —también— 2) la forma en la que esos objetos 2.1) sirven de referencia a actividades humanas, 2.2) producen relaciones interhumanas y 2.3) se orientan hacia la consecución de valores, 3) la manera en que se tratan de realizar éstos: 3.1) el modo en que la sociedad norma su conocimiento

y empleo, y 3.2) las modalidades en que lo promueven o facilitan, lo obstuyen o dificultan.

Para un estudio como éste, —que es de historia de la ciencia, pero está orientado hacia la búsqueda de una sociología de la ciencia— sí importa conocer cuáles son los descubrimientos que se han hecho en el dominio de las matemáticas o en el de las llamadas ciencias naturales; pero, es de mayor importancia conocer cuáles fueron las realidades socio-culturales que dotaron de sentido al conocimiento de las determinaciones mismas que proceden del mundo físico natural y los intentos de ponerlas al servicio del hombre.

Es por ello, por lo que, si bien este artículo se elaboró con base en el acopio, el análisis, la ordenación y la sistematización de los datos sobre las aportaciones científicas hechas hasta el xvii, también trata de relacionar esas aportaciones con las valoraciones contemporáneas de ellas, en general y, mas particularmente con las valoraciones de los individuos. (quienes orientaron su conducta hacia su consecución o la modificaron en razón de sus resultados) y con el conjunto de matrices axiológicas propias de los grupos de los que formaban parte esos individuos.

En estas condiciones, a través del presente trabajo, se trata de reconocer cuáles son los puntos de articulación entre los hechos científicos y los valores sociales y de precisar el carácter instrumental que ciertas instituciones tuvieron para la realización de los valores que determinaron el pensamiento y la actividad científica de esa época.

La idea inicial ha tenido un primer intento de realización particularmente referido al período anterior al siglo xvii; a éste se le subdividió en tres etapas: 1) la Antigüedad Grecolatina; 2) la Edad Media europea; y 3) el período del Renacimiento (europeo también).*

0.2 *El rescate de datos sobre descubrimientos e inventos en beneficio de la sociología de la ciencia*

Para una exposición de *historia* de la ciencia que busca convertirse en *sociología* de la ciencia, lo importante son los hechos sociales y, más particularmente los fenómenos de conducta y de relación interhumana que pueden ponerse en estrecha conexión con la ciencia (concebida ésta como un conocimiento de base empírica y elaboración racional). En otras palabras: importan los acontecimientos *sociales* cuya existencia es *real*

* La primera etapa la cubrieron: Martha Celis y Yolanda Cobos; la segunda, Regina Jiménez de Ottalengo y Aurora Tovar; la tercera, Edna Ibarrondo y Adrián Chavero, mientras que la presentación e introducción correspondieron a Georgina Paulín de Siade y Regina Jiménez de Ottalengo. La presentación final de este artículo es el resultado del esfuerzo colectivo plasmado en los trabajos individuales y enriquecido con las discusiones entre los miembros del grupo, del que también forma parte Rosalba Casas, los comentarios de la coordinadora del mismo, María Luisa Rodríguez Sala de Gómezgil, y las orientaciones del profesor Oscar Uribe Villegas.

(de ahí la necesidad de recurrir al testimonio histórico); pero también son de importancia aquellos otros acontecimientos que sin ser materiales son reales y pueden ser manejados como si fueran cosas (Durkheim). En efecto para la sociología, los fenómenos de creencia son hechos sociales (que se pueden tratar como si fueran cosas); por lo tanto, son parte del objeto de estudio sociológico, en cuanto la creencia es fuerza motivadora y condicionadora de la actuación individual que tiene resultados sociales. "La Creencia es algo que corresponde a la realidad, es un hecho que hay que escoger y estudiar como producto y como productor de hechos sociales".¹

La experiencia de los hombres sobre las cosas conforma su saber y determina su actuar; la forma como se relaciona el saber con el actuar depende tanto de la sociedad como de la cultura en la que dicha experiencia se desarrolla.

Así, los individuos orientan su conducta de acuerdo a los fenómenos de valoración que ellos mismos hacen, frente a la experiencia objetiva que les brinda la existencia real de los hechos que les rodean; pero, también se encuentran determinados por los fenómenos que derivan de las matrices valorativas propias de los grupos de que forman parte esos individuos.

En este sentido, la tarea de una sociología de la ciencia es la de reconocer el punto de articulación entre los hechos científicos y los valores sociales, así como el carácter instrumental de ciertas instituciones sociales que giran en torno de la ciencia y de sus aplicaciones en la realización de determinados valores (la supervivencia, la liberación del dolor o la fatiga, el enriquecimiento, la elevación o el perfeccionamiento mental o espiritual, etcétera).

Este planteamiento hace que reconozcamos tres aspectos complementarios en el análisis sociológico de la historia de la ciencia: 1o. el proceso evolutivo de la actividad cognoscitiva del hombre frente a su experiencia con los objetos reales del mundo circundante; 2o. la influencia de las valoraciones en esa actividad cognoscitiva; y 3o. la influencia que ejerce el conocimiento objetivo que el hombre tiene de la realidad en los fenómenos de valoración (individuales y colectivos).

El primer aspecto implica el estudio de la forma en que las relaciones entre el medio y el hombre estimulan el conocimiento humano de la realidad.

Pero, este primer aspecto no se puede sacar de su contexto valorativo sociocultural, producto y productor de toda actividad humana, ya que las relaciones entre el medio y el hombre sólo en los estudios germinales de desarrollo humano puede suponerse que fueron directas, inmediatas; puesto que, casi siempre, las mismas están mediatizadas • se encuentran ineludiblemente referidas a valores.

Esto no significa que el tratamiento tenga que ser filosófico; el filósofo examina los valores *qua* valores; el sociólogo, los examina *como* si

fueran hechos, pues para él son hechos sociales que producen efectos en las relaciones interhumanas y son producidos (independientemente de la valoración que de ellos se haga) por esas mismas interrelaciones humanas. Pero, los grados de mediación o de proximidad de los valores a las dos realidades relacionadas (medio físico, hombre-en-sociedad) difieren de unas a otras disciplinas; en el caso de las naturales, los valores se encuentran bastante lejanos, en tanto que los hechos se encuentran muy próximos; en el de las disciplinas culturales, los valores se encuentran bastante próximos, y los hechos están reactivamente más alejados.

En las disciplinas culturales es obvio que si bien lo principal son los hechos, éstos son hechos humanos y que, como tales, están impregnados de valoraciones. De este modo, mientras la interferencia de las ideologías es ineludible y fácil de detectar en las ciencias sociales, su intervención en el caso de las ciencias de la naturaleza es difícil de determinar cuando no se la puede evitar, y —aunque menos evidente— es demostrable.

En efecto, en un principio, el hombre se encontraba fuertemente influido por el medio; más tarde, este *cuasi*-determinismo se fue superando en la medida en que se alcanzaron ciertos estadios culturales, hasta que se llegó a la etapa en la cual el hombre, a través de la *cultura*, empezó a tratar de librarse de la influencia del medio, e incluso buscó ser quien lo transformara y aun determinara, ya sea por medios mágicos o ya por medios técnicos.

En esta práctica (en ese deseo por conocer el mundo circundante y en la necesidad por explicar su naturaleza, y en el consecuente esfuerzo por alcanzar ese anhelo y satisfacer esa necesidad) es en donde se encuentran los inicios del conocimiento científico. Desde sus orígenes, el hombre ha formulado teorías, sistemas y leyes, como expresión de sus intentos, como formulación de los resultados provisionales obtenidos por él en su esfuerzo por explicarse el mundo en el que vive.

Cada época desarrolla un conjunto de conceptos y proposiciones generales y finales a través de las cuales domina y adecúa la variedad de los objetos que la experiencia y la observación le suministran.

Sin embargo, las condiciones que determinan el carácter científico de toda explicación son: 1o. su condición de objetividad; y 2o. su condición de racionalidad.

En este sentido, la ciencia puede definirse como la explicación objetiva y racional del universo. "... la explicación científica es el reflejo mental que nos formamos acerca de los procesos existentes y de su comportamiento... La explicación científica es objetiva porque representa las formas en que se manifiestan los procesos, cuya existencia no depende de las sensaciones, ni tampoco de la conciencia, el pensamiento, las pasiones o la voluntad de los sujetos que los conocen... La explicación científica es

racional porque establece mediante la razón, las conexiones que son posibles entre todos y cada uno de los conocimientos adquiridos... El Universo, objeto único que la ciencia descubre y explica es el conjunto total de los procesos que existen de manera independiente a cualquier sujeto en particular y al modo como éste los conozca, los ignore o se los imagine.”²

El conocimiento científico es un proceso a través del cual: se van 1) acumulando ideas, 2) suministrando sugerencias orientadoras y 3) recibiendo *comunicaciones* concretas que a) hacen posible la determinación y comprensión de lo que nos rodea y b) dan forma a un cuerpo de conocimientos, que —según sea la dirección de nuestra visión mental— constituirán el modo de captar el ser particular de todo lo que nos rodea.

En la transmisión y comprensión del conocimiento, el lenguaje desempeña un papel primordial, ya que “... no sólo es vehículo de comunicación, sino que también es regulador del pensamiento, organizador de la experiencia, y medio de desarrollo de la autoconciencia social”.³

La forma en la que el hombre transmite y capta las ideas científicas está condicionada por su mundovisión, la que —a su vez— se configura por el entorno social al que pertenece el individuo; de ahí la necesidad de los enfoques *culturológicos* y *sociológicos* del fenómeno científico.

Una de las tareas de la ciencia es la de mostrar lo que el ser humano puede llegar a conocer. En esa actividad, el ser humano manifiesta el conocimiento adquirido de acuerdo a su comprensión particular de lo conocido (punto que plantea el problema de la subjetividad de la comprensión); pero, en la misma dirección, el objeto mismo le vincula dentro de esa comprensión (lo que nos remite al problema de la objetividad de la comprensión).

De acuerdo a lo anterior, y siguiendo el pensamiento de Wilhelm Szilasi, “nuestra comprensión construye el sentido en cuya virtud los entes se copertenecen y también los modos correspondientes en que, en cada caso, los diversos entes se arrogan el papel que han de desempeñar en nuestro ‘ser-los-unos-con-los-otros’, en nuestra convivencia”.⁴

Así, pues, la ciencia —como la filosofía, la literatura, el arte, la religión, etcétera— además de constituir expresiones de esa comprensión que la totalidad de los seres humanos tienen del mundo que les rodea, cooperan en la construcción de ese mundo, haciendo posible el que se vaya ampliando el conocimiento y la comprensión de los objetos que enmarcan la realidad que les circunda.

0.3 *Historicidad del conocimiento*

Resulta así que toda actividad humana constituye un proceso dinámico, en el que cada etapa representa el resultado de la interrelación entre: 1) la actividad cognoscitiva del hombre frente a su experiencia con los objetos reales del mundo circundante, 2) las implicaciones de los fenó-

menos valorativos en esa actividad cognoscitiva, y 3) la influencia de la experiencia objetiva del hombre en los fenómenos de valoración individuales y colectivos.

La interrelación de esos factores dan a cada uno la contextura específica, propia de la realidad cultural en la que se encuentra una sociedad dada.

En esta forma, la actividad humana de carácter científico está determinada: por un lado, por la relación entre el problema objetivo y el problema subjetivo de la determinación y comprensión del ser y, por el otro, por los fenómenos de valoración hechos por los individuos y por las matrices valorativas de los grupos a los que pertenecen esos individuos.

Esas determinantes hacen posible que el conocimiento científico sea un proceso dinámico en el que ciertas concepciones que constituyeron etapas del desarrollo de la *teoría de una época, representen etapas que nos llevan a concepciones más amplias y comprensivas* de la naturaleza de nuestro mundo, en las épocas subsecuentes.

En esta forma, "las múltiples concepciones del mundo no se enfrentan las unas a las otras en una línea cuantitativa y constante de crecimiento, sino en la más aguda contradicción dialéctica".⁵ Esto dificulta cualquier intento de corte histórico en el devenir del pensamiento científico, ya que ni acaba ni comienza nada de un modo absoluto. Como toda división de la historia de la ciencia es arbitraria, cualquiera de las que se hagan responden más a las necesidades concretas del estudio de la misma que al acontecer mismo, tal como éste se produce en la realidad.

Sin embargo, cada fase histórica del pensamiento científico presenta ciertos caracteres *predominantes* que lo diferencian con respecto a otros estudios del pensamiento, y estos caracteres resultantes se les pueden imputar a ciertos factores básicos que la sociología de la ciencia debe tratar de develar para cada período en particular, y para todos ellos en general.

Así, cuando el hombre alcanza ciertos estadios culturales en que trata de librarse de la influencia del medio y surge la razón especulativa, se inicia el imperio moral del mundo griego. Con la visión organizativa y práctica de los romanos aparece un mundo nuevo. El resquebrajamiento de las culturas clásicas grecorromanas y, en particular, el derrumbamiento del imperio romano, hace surgir el medioevo que se aparta de lo terreno para buscar en el más allá la razón de su existencia. El medioevo (que sin olvidar la herencia greco-romana se verá influido por el pensamiento místico de oriente) renueva el misticismo, en donde el sentimiento predomina sobre la razón, y al que vendrá a continuar en parte y en parte a contraponerse el Renacimiento, como nuevo intento de restablecer el señorío de la razón sobre el sentimiento.

1. EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO EN LA ANTIGÜEDAD

(S. VI A.C. — S. VI D.C.)

En esta parte del trabajo trataremos de analizar el desarrollo de la ciencia en la época antigua. Este período es una etapa de transición entre el conocimiento empírico y no ordenado de la época primitiva y el conocimiento sistematizado de la época contemporánea (científica). Enfocaremos la atención a las civilizaciones griega y romana (tomando en cuenta el imperio macedónico como una continuación del mudo griego) por haber sido Grecia la cuna del conocimiento científico, y en el mundo romano su heredero y continuador.

En el siglo VI A.C. aparecieron los primeros esbozos del conocimiento científico: 1) como pura lucubración y, 2) con un interés individualista, se manifestaron éstos en las regiones de Jonia y de Magna Grecia y en la ciudad-estado de Atenas. Fue hasta el siglo IV A.C. cuando comenzó a desarrollarse la ciencia (como conocimiento sistematizado, por ejemplo con Aristóteles) en el imperio de Alejandro Magno, y su evolución temprana se extendió a lo largo de seis siglos subsiguientes llegando a ponerse al servicio de la humanidad bajo la tutela del Estado romano en el siglo IV D.C.

El desarrollo de la ciencia no se ha separado de la evolución de las relaciones entre los hombres. La recolección, la caza, la pesca, la agricultura y el pastoreo fueron las primeras formas de satisfacer las necesidades fundamentales del hombre, y el cambio de las tres primeras a algunas de las dos últimas implicó una modificación en el orden social de la humanidad: ésta y la convivencia de diversas gentes, tribus y ciudades originaron otras necesidades como: 1) la limitación de los terrenos para los cultivos; 2) el trueque directo de productos de unas tribus a otras y 3) la aparición de los oficios manuales que elaboraban los instrumentos de trabajo. Estas necesidades hicieron que el campo dependiera cada día más de la ciudad y que aparecieran intermediarios entre los productores y los consumidores (los mercaderes) quienes le dieron un valor al intercambio de mercancías, creando el dinero. Este aumentó las necesidades del hombre: motivando al agricultor a la hipoteca de sus tierras. Cuando el préstamo no podía ser liquidado, la propiedad pasaba a poder del prestamista y el agricultor y su familia se convertían en esclavos. Aumentó la mano de obra en la agricultura y apareció el excedente de producción promoviendo el comercio con otras ciudades. La aventura que representó la búsqueda de nuevos mercados y el intercambio de productos básicos propició el descubrimiento de tierras ricas en minerales y de vías naturales de comunicación hacia ellas, así como la construcción de otras, artificiales, como primeras formas del conocimiento y de la práctica.

La diferencia de actividades practicadas consuetudinariamente por unos mismos individuos dividió a los miembros de la sociedad en diferentes

tipos de trabajadores: el agricultor, el artesano, el esclavo, el mercader, el estadista y el militar. De esta manera, a la antigua división *sexual* del trabajo se le vino a agregar una división *social* del trabajo que originó formas de organización cada día más complicadas. La sociedad se dividió en tres clases sociales de acuerdo a las riquezas que poseían: 1a.) la de los aristócratas terratenientes, los estadistas, los militares y los sacerdotes; 2a.) los mercaderes o comerciantes y 3a.) la de los artesanos, campesinos y esclavos, que eran quienes realmente realizaban la producción.

La tercera clase creció considerablemente a causa de las deudas y las guerras; la segunda, actuó como intermediario entre el productor y el consumidor acumulando una riqueza que le dio el poderío del mundo de aquella época, y la primera, —por su parte— se arrogó el carácter de interpretadora de los deseos de los dioses y orientadora de la conducta de los hombres y, en cuanto llegó a tener tiempo y medios económicos disponibles, se convirtió en una clase ociosa, para la que los trabajos que requerían de un esfuerzo físico eran degradantes. Fue ella la que tuvo entonces la posibilidad de poner en orden las ideas de los antepasados comunes, la que pudo contemplar la realidad, la que dispuso de tiempo y tranquilidad para buscarles respuesta a los enigmas del Universo.

En este período se desarrollaron: primero, la astronomía y la física; en segundo lugar, las matemáticas y la geografía y, por último, la medicina y la filosofía.

1.1 *El conocimiento científico en Grecia*

El contexto social en que se desarrolló la cultura en Grecia se caracterizó por la decadencia de la organización tribal. Existía la propiedad privada y la división social del trabajo, el comercio —sobre todo marítimo— y el uso de la moneda. Los lazos tribales fueron rotos y sustituidos por una sociedad dividida en clases y gobernada por una aristocracia de terratenientes. La nueva clase comercial comenzó a entrar en conflicto con la clase gobernante y a luchar por el poder para la adquisición de las tierras agrícolas. También una parte de la clase de los agricultores sufrió la pérdida de sus tierras a causa de las deudas y algunos pasaron a la calidad de esclavos, lo cual produjo una crisis económica y cultural que indujo a Solón a dictar una constitución en la cual prohibía la esclavización por deudas y el cobro del interés. Se modificó, entonces, la división de la sociedad de tres en cuatro clases, definidas por la riqueza que poseían sus miembros, y se estableció que todos los ciudadanos tendrían el derecho a votar en una asamblea popular. Pero, estas reformas no lograron frenar la contradicción entre un Estado aristocrático y una democracia maniatada. El colapso sobrevino en el siglo v A.C.; la lucha entre la antigua clase dirigente y los comerciantes apoyados por la clase empobrecida de los campesinos, los artesanos y los esclavos llevó al

poder a los comerciantes, quienes recibieron el nombre de "tiranos" (que significa el individuo que sube al poder ilegalmente).

El arribo de una clase inferior al poder, rompió la estructura de gobierno tribal en la cual los aristócratas terratenientes gobernaban conforme a un modelo divino. La ruptura de esta organización social puso en duda el modelo de gobierno religioso y su estructura, se perdió el respeto a las instituciones y se produjo un cambio en los valores culturales. El gobierno de los "tiranos" modificó la organización social en las cuatro clases mencionadas anteriormente, dándole al pueblo mejores condiciones de trabajo junto con una participación en las cuestiones políticas. El modo de vida del ciudadano griego y su ambiente lo obligaron a cuestionar el mundo en el que vivía, y sus características propias le dieron la oportunidad de explorar la naturaleza desde un punto de vista materialista, dejando a un lado las concepciones religiosas sobre el hombre y la naturaleza para observar ésta tal como es. De ahí el avance del pueblo griego en la escultura, la arquitectura y la organización política, que contribuyó al desarrollo del conocimiento científico.

Los rasgos principales del conocimiento científico en Grecia se dividen, para su estudio, en tres aspectos: 1) el origen de la vida; 2) la explicación de los fenómenos naturales y 3) el conocimiento del cuerpo y el pensamiento humanos.

1.11 *El origen de la vida, para los griegos*

Los pensadores de esta época se caracterizan por sus ideas materialistas acerca del universo; han dejado a un lado las concepciones tradicionales, fantásticas y religiosas. De ellos, la mayoría coincide en señalar que, de los que se reconocían como los cuatro elementos de la naturaleza, uno era el origen de la vida y del universo. En la región de Jonia, en Asia Menor, surgió una escuela de pensadores que dio una respuesta racional a las incógnitas de la realidad de su tiempo. Su iniciador fue Tales de Mileto (624-565 A.C.), comerciante dedicado a buscar nuevos mercados para los productos de Grecia, concebía que el origen de todas las cosas era el agua ("su ciclo de existencia se origina en el firmamento, pasa al aire y de éste a los animales y a la tierra y a las plantas, y vuelve otra vez al firmamento").⁶ Quizás el hecho de que para Tales el agua fuera el origen de la vida haya dependido de que los griegos eran, eminentemente, un pueblo de navegantes; su concepción científica o filosófico-natural —en efecto— no era totalmente individual, pues abrevaba en fuentes socioculturales tradicionales y en este caso particular, la idea la tomó de Hesiodo, del mito del *Celeste Okeanos*. Tales, además, difundió la explicación de los eclipses, idea que llevó de las regiones de Oriente por las que viajó constantemente en su carácter de comerciante. Sus discípulos, Anaximandro y Anaxímenes (611-570 A.C., aproximadamente), ahondaron más sobre el descubrimiento del cosmos; pero, a

diferencia de Tales, Anaximandro pensó que el origen de la vida estaba en el aire. El mismo describió la superficie de la tierra (de ahí, los primeros mapas de los que se tiene conocimiento) y difundió el cuadrante solar que había llevado a Grecia desde Babilonia. Para Anaximandro y Anaxímenes la tierra era un disco plano alrededor del cual giraban el sol y la luna.

Heráclito de Efeso (540-475 A.C.), pertenece también a las clases ociosas: fue hijo de un magistrado supremo de su ciudad natal, a quien debió haber sucedido a su muerte lo que no se realizó por haber delegado esa función en su hermano ya que debido a su personalidad introvertida no estaba de acuerdo con los criterios para la solución de los conflictos entre los grupos gobernantes y los gobernados. Para él el principio de todas las cosas era el fuego; su expresión al respecto es reveladora: "Todas las cosas se cambian en fuego y el fuego se cambia en todas, como el oro en mercancías y las mercancías en oro"; en efecto, esta concepción refleja la asimilación de la vida natural a la vida social (el hombre trata de explicar lo desconocido por lo conocido). La materia —según él— está en cambio constante y todo fluye. Así, introdujo la idea de los opuestos o el principio de la relatividad universal: nada es, todo deviene. Decía, también, que la diferencia, el contraste y la contrariedad son necesarios para la armonía. La unidad real es la que resulta de los contrarios, y da algunos ejemplos de sus ideas: la noche sigue al día y la muerte al nacimiento; no apreciamos el valor sin peligro, ni la salud sin enfermedad.

Empédocles fue un filósofo, poeta y maestro religioso que fundó una escuela de medicina en Sicilia. Hijo de una familia acomodada, ayudó a implantar la democracia en su ciudad natal, Agrigento (500-430 A.C.), con un gobierno de tipo tirano. Su doctrina no buscó el origen de las cosas en uno sino lo reconoció en los cuatro elementos (aire, tierra, agua y fuego); los cuatro elementos se encontrarían combinados en la naturaleza y ninguno de ellos sería eterno. Cada elemento contendría dos de las cuatro cualidades, a saber: calor, frío, humedad y sequedad. Su verdadero Dios era un ser invisible e inaccesible, muy independiente de las formas de la materia y de las imperfecciones humanas; su teodicea contenía un sutil antropomorfismo. Al lado de Dios se encontraba la materia innominada, o sea el caos. La unificación habría venido a darse por la fuerza del amor; así habrían comenzado a diferenciarse los seres y se habría producido el mundo. Empédocles afirmaba: el odio sembró la confusión y la discordia entre los hombres; el amor y el odio crearon al mundo, de ahí la separación del cielo y la tierra, del aire y el agua, del macho y la hembra. Estas concepciones tienen relación con las supersticiones y creencias religiosas tradicionales que fueron el origen de la lucubración científica en este período.

Demócrito (470-400 A.C.), oriundo de Abdera, fue hijo de un comerciante. Después de la muerte de su padre, se dedicó a viajar por el

Oriente, (hacia la India) y hacia el sur del mediterráneo, hasta Egipto. Fue discípulo de Leucipo y en su ciudad natal fundó la escuela atomista. Sostenía que la materia era una sustancia homogénea indeterminada, pero dividida en un número infinito de átomos, sólidos y concretos. Conibió a los átomos como masas duras e innumerables, indivisibles e indestructibles, que sólo diferían en forma y tamaño y tenían la característica de estar en movimiento continuo, rodeados de un espacio vacío.

1.12 *Explicación griega de los fenómenos naturales*

Muchos pensadores de la época elaboraron juicios sobre los movimientos de la tierra, el sol y la luna, y sobre la constitución de la materia así como también contribuyeron a la elaboración de la teoría de los números. De todos ellos, el principal fue Pitágoras (582 A.C.), hijo de un comerciante que viajaba constantemente, y entre cuyos maestros estuvieron Tales y Anaximandro; en un recorrido por Egipto acogió el sentimiento religioso, participando en el colegio sacerdotal de Tebas; en Babilonia conoció a Zoroastro y practicó la religión de los magos. Pitágoras se distinguió por una concepción del mundo que hizo del número la clave para comprender el universo. Fundó en Italia la escuela pitagórica que tuvo una enorme influencia en la concepción que de la vida tuvieron sus contemporáneos e impactó con sus concepciones filosóficas a sus predecesores. Al mezclar las matemáticas con la mística hizo de su escuela una especie de secta religiosa. Sus pensamientos corresponden a su posición social (aristócrata-terrateniente de Grecia). Para él, la sociedad debía de tener un orden como el que tenían las matemáticas. Los hombres que gobiernan deberían de ser los más cultos (y como la cultura no podía ser adquirida sino por el ocio, se deducía que debían gobernar: 1) quienes se podían permitir el lujo del ocio y 2) de entre ellos, sólo quienes lo usaban para cultivarse). El halo de misterio con que se rodeó la escuela se debió a las diferencias de clase en aquella época; la clase de los aristócratas en el poder buscaba resguardar el saber como un privilegio de clase que, más que valioso de por sí, lo era como medio para conseguirlo y conservarlo, es decir, como norma de legitimación inaccesible a las masas, en cuanto manejaba una abstracción del mundo que éstas no comprendían.

Anaxágoras (488-428 A.C.), pensaba que la tierra gira sobre sí misma produciendo calor; que los planetas eran trozos de piedra y el sol una masa de metal incandescente; que los gérmenes de cada elemento se encontraban en todas las cosas en diferentes formas (gaseosas, líquidas y sólidas) y sus concepciones fueron perseguidas por la religión de su tiempo durante el gobierno de Pericles, de quien había sido maestro. Enjuiciado por los sacerdotes, se salvó de la ejecución gracias a la brillante defensa que de él hizo Pericles, quien logró que sólo lo expulsaran de Atenas.

El triunfo de la escuela jónica consistió en haber elaborado una concepción del universo y su actividad, que hacía a un lado a los dioses y al destino. Su flaqueza dependió de la vagüedad de sus análisis, que sólo fueron descriptivos y cualitativos.

A finales del siglo v A.C. y principios del vi, surgió Atenas como el centro del conocimiento científico. Este se da de manera simultánea con 1) la acuñación de moneda obtenida de las minas de plata de Laurion; 2) la compra de una gran flota que sirvió para derrocar al Imperio Persa y 3) el comercio con las principales ciudades del Mediterráneo, que hizo aumentar su riqueza. Su mayor esplendor lo alcanzó con el gobierno de Pericles que fomentó las artes y la ciencia y estimuló el desarrollo del pensamiento racional y abstracto, con lo que surgió el método deductivo en las matemáticas (en las que sólo se buscaban los argumentos generales, al dejar de lado los ejemplos particulares).

La Medicina —ya convertida en laica por las escuelas de Crotona, de Cirene, de Cnido y de Cos— se erigió definitivamente en disciplina independiente hacia 420 A.C. Surgió entonces el método inductivo con Hipócrates de Quíos (460 A.C.), descendiente de una familia de médicos. Hipócrates recogió datos de cada uno de sus pacientes, los anotó con claridad y sencillez y, con ellos, elaboró una enciclopedia médica de la antigüedad. Esta sirvió para que sus discípulos y parientes aprendieran el arte de la medicina. Así por ejemplo, Hipócrates escribía respecto a las enfermedades agudas: “[Habrà de observarse]... La nariz afilada, los ojos hundidos, las sienas cóncavas; frías las orejas...; áspera la piel en torno a la cara, tersa y apergaminada...”⁷

Esta técnica fue el principio del método inductivo en la ciencia, y señaló la aparición de la medicina racional. Hipócrates se avocó principalmente a las explicaciones naturalistas, rechazando las supersticiones sacerdotales. La verdadera originalidad del sistema hipocrático radicó en la concepción del “humorismo” o teoría de los humores, que explicaba tanto la salud como la enfermedad por el estado de los líquidos del organismo y la mezcla de los mismos. La *crasis* o mezcla regular de los humores (sangre, flema, bilis y atrabilis) constituía la salud; su desorden —en cambio— caracterizaba el proceso morboso (esta concepción pasó a la escuela alejandrina y después a Galeno).

1.13 *El estudio del cuerpo y del pensamiento humano*

Platón (427-347 A.C.), vivió en la época en que el sistema político griego formado por ciudades-estado independientes decaía y sobrevenía la hegemonía macedónica. Pertenecía a una familia aristocrática (por línea materna descendía directamente de Solón). Cuando Lisandro dio el poder a la aristocracia, en el año 404 A.C., Platón formó parte del grupo gobernante. Como Sócrates —de quien tomó muchas enseñanzas— se preocupó por la *conducta ética* del hombre. Convencido de la existen-

cia de Dios, trató de exponer una teoría que sustituyera el pensamiento vulgar. Ya Sócrates había obtenido un logro lógico, tratando de encerrar el pensamiento en definiciones. Platón lo aceptó, pero se empeñó en apartar a éstas de lo que se puede percibir con los sentidos. Logró, así, una postura epistemológica propia y llamó a las definiciones "ideas"; de acuerdo a su pensamiento, los conceptos se convertían en algo concreto y las impresiones recogidas por los sentidos en algo más vago.

Aristóteles le refutó a Platón la teoría de las ideas y su proceso de abstracción, por haber excluido, en sus consideraciones acerca de la materia, los conceptos en que está implicada la verdadera naturaleza de la materia misma. Con esto se define a Aristóteles como un naturalista que toma en cuenta el mundo material al contrario de como lo hacía Platón, cuyo pensamiento es idealista y fuera del mundo material.

La principal aportación de Platón a la metodología científica se dividió en: 1) un método propio que consiste en suponer resuelto el problema, para luego ir retrocediendo hasta llegar a una proposición cuya verdad o falsedad es ya conocida; 2) el haber visto en las matemáticas un método e instrumento para adentrarse en el pensamiento lógico; 3) el que es a su enseñanza lógica a la que se debe la estructura mecánica y lógica de las matemáticas; 4) el haber considerado —en astronomía— que las irregularidades del movimiento planetario eran sólo aparentes, y haber hecho que se descubriesen reglas mediante las cuales los movimientos de los cuerpos celestes se redujeran a un sistema de círculos y esferas.

Platón tenía en embrión, un concepto antropomórfico del mundo. En su obra *Timeo*, consideraba al universo como un ser vivo y, de esta manera, nació la doctrina de la relación última entre el macrocosmos (mundo grande) y el microcosmos (mundo pequeño, el hombre). Así, la estructura del universo prefiguraría la del hombre.

La escuela de Platón, durante casi mil años, bajo el nombre de "Academia", se conservó, ocupándose principalmente en asuntos filosóficos, hasta 529 D.C. en que fue cerrada por Justiniano junto con otras escuelas paganas. En ella estudiaron: Eudoxo de Cnido (409-356 A.C.), fundador de la cosmología de la observación, quien hizo un cálculo muy exacto del año solar al que reconoció dividido en 365 días y 6 horas; Heráclito de Ponto (388-315 A.C.), quien insinuó que la tierra da una vuelta sobre su propio eje durante 24 horas, y que Venus y Mercurio giraban alrededor del sol como sus satélites, y Menecmo, quien inició el estudio de las elipses y parábolas.

Aristóteles (384-322 A.C.), vivió en la época del Imperio Macedónico. Nació en Estagira (colonia Jónica), hijo de un médico que trabajaba al servicio del rey de Macedonia Amintas II, padre de Filipo III. Fue el propio Filipo quien nombró a Aristóteles preceptor de su hijo Alejandro. Su influencia sobre éste fue decisiva, ya que Aristóteles consideraba que la monarquía y la aristocracia eran los mejores sistemas de

gobierno. En ellos, las clases más preparadas eran las indicadas para gobernar un país.

Aristóteles sobresalió científicamente como naturalista, pues hizo observaciones directas con los seres vivos y estableció relaciones entre la física (descripción general del universo) y el estudio de los seres vivos. En sus observaciones, se percató de la diferencia y graduación de las especies, y llegó a elaborar todo un escalafón de la naturaleza, que se acerca bastante al esquema de la evolución que actualmente consideramos de los seres vivos. Sin embargo, no fue evolucionista, debido a su misma concepción de la vida y del mundo según la cual éste estaba hecho de una determinada forma y no podía cambiar (por ser la materia inmutable). En forma paralela, para él la sociedad tampoco era cambiante, pues se dividía en clases ya establecidas, no susceptibles de cambio. De ahí su teoría sobre las clases privilegiadas y sobre la "esclavitud *natural*".

De acuerdo a su "Historia de los Animales", el método que usa es descriptivo y de observación. Influido por su idea del alma o *psyché* consideraba que todos los seres vivos cuentan con un alma de acuerdo al grado de evolución que han alcanzado, y que, de ellas, existen tres tipos: 1) el alma vegetativa, nutritiva y reproductora; 2) el alma animal, móvil y sensitiva y 3) el alma racional, consciente e intelectual (característica del hombre).

Para él, era el alma lo que a los seres vivos les daba, simultáneamente, forma y vida. Algo semejante fue lo que propuso en la sociedad, en la cual existían tres clases principales; una clase dirigente, compuesta por sacerdotes magistrados y militares; una clase media, formada por agricultores y artesanos, y —en el nivel inferior— los esclavos.

De la "Historia de los Animales" se desprende la jerarquización como método de observación que Aristóteles utilizó para estudiar la vida animal y vegetal. Así llegó a establecer como diferencia entre los animales y las plantas al movimiento y sensibilidad de los primeros, con la característica únicamente nutritiva y reproductora de las segundas.

A pesar de que las obras biológicas de Aristóteles son, en cuanto a su método, muy semejantes a las de los naturalistas modernos, cuando llegamos a su concepción del pensamiento hallamos un método y forma de pensamiento muy diferentes a los que actualmente se conocen. El principio físico y científico actual, que supone que las mismas leyes físicas rigen tanto en los espacios como en la tierra, no era de ninguna forma compatible con el pensamiento físico aristotélico, pues su autor consideraba al cielo en una forma completamente distinta de la tierra. Pensaba en el contraste del orden moral y celeste. Esta consideración religiosa condicionó su pensamiento en tal forma que, a pesar de ser un brillante naturalista, no hizo ningún aporte creador en astronomía.

Aristóteles consideraba al Universo desde un punto de vista pitagórico, a base de círculos y esferas. Su sistema de pensamiento se reduce a considerar:

1) Que la materia es continua (en lo cual se aparta de Demócrito y de la teoría atómica).

2) Que las cosas del mundo están hechas de cuatro elementos (tierra, fuego, aire y agua); b) que éstos encierran a su vez, cuatro cualidades (calor, frío, sequedad y humedad) y que todas las cosas se hallan en un estado de amor o de odio. (Esta doctrina *formó parte de la teología medieval* ortodoxa y perduró hasta el siglo XVIII).

3) Que las estrellas y los planetas se mueven en círculos alrededor de la tierra, dentro de esferas cristalinas, (esta concepción del universo era de origen pitagórico).

4) Que el movimiento circular es perfecto y representa el orden de los cielos. Ligada a esto, estaba su consideración sobre la inmutabilidad de la materia y la influencia religiosa que tuvo su pensamiento, de donde se deduce la no intervención del hombre sobre la naturaleza.

5) Que el universo está limitado espacialmente por una esfera exterior, pero es temporalmente ilimitado, y que no está sujeto ni a creación ni a destrucción.

La obra de Aristóteles fue continuada por la escuela peripatética, que él mismo había fundado. Los principales logros de esta escuela fueron: ciertos descubrimientos en botánica, astronomía y geografía y la explicación de la acción del mundo únicamente a través de las fuerzas naturales. Posteriormente, la escuela peripatética fue absorbida por la escuela neoplatónica.

La escuela estoica fue contemporánea de la peripatética. Sus seguidores pusieron de relieve la actividad de las fuerzas naturales e inculcaban la interacción de todas las diferentes partes del mundo material. Dentro de la cosmología, separaron cuatro elementos del ser primitivo o *pneuma* (tierra, agua, fuego y aire); el *pneuma* restante es el éter. Consideraban que el alma humana estaba constituida por partículas del *pneuma* universal. Fundaron la conducta en el conocimiento de la naturaleza e introdujeron el empirismo en el conocimiento. Esta escuela alcanzó su mayor importancia en la época imperial de Roma, convirtiéndose —entonces— en el credo más importante para las clases superiores.

La escuela epicúrea fue rival de la peripatética y estoica. Fundada por Epicuro de Samos (342-280 A.C.), se basó en el atomismo de Demócrito. Consideró como bien supremo el placer, calculado racionalmente. En cuanto materialista buscó su punto de apoyo en el pensamiento. Su filosofía se dividió en tres ramas: lógica, física y ética, y mostró muy poco interés por el estudio científico de los fenómenos. También ella tuvo gran influencia sobre la cultura romana hacia el año 150 A.C.

1.2 *El conocimiento en el imperio macedónico*

A partir de la batalla de Mantinea (362 A.C.), en la que pelearon los tebanos en contra de la coalición formada por espartanos, atenienses y arcádicos, se marca, con bastante exactitud, el fin de la ciudad-estado griega. En 338 A.C. triunfaron en Atenas los partidarios del panhelenismo, que favorecía la supremacía griega en manos de Filipo de Macedonia. En la batalla de Queronea, Atenas fue derrotada y pasó a formar parte del naciente imperio macedónico.

A la muerte de Filipo III, su reino quedó en poder de su hijo Alejandro, y si Filipo fue quien asentó las bases para la formación del imperio macedónico (pues su país contaba con una monarquía de tipo antiguo y era un Estado guerrero) fue Alejandro quien lo extendió de la frontera con la India hasta Egipto, llevando así la cultura griega a esas regiones que ahora formaban parte de su imperio. Pero, como la aculturación es una corriente de doble sentido, en esas mismas regiones, la cultura griega —a su vez— se vio influida por las ideas orientales y egipcias, con lo cual se produjo el helenismo.

Antes de su muerte, Alejandro Magno fundó Alejandría, ciudad que se convirtió —entre los siglos III A.C. y I A.C.— en el centro científico de su época y en la ciudad más grande de la Antigüedad. Ptolomeo, general de Alejandro Magno, conquistó la parte norte de Africa y asentó en ella su soberanía durante tres siglos. Esa ciudad fue creada calcando las leyes de una ciudad griega, y —ya con un carácter imperial— contó con la biblioteca más vasta de la Antigüedad. La Biblioteca de Alejandría, fundada como parte del “Museo” (especie de universidad del mundo antiguo) era una institución real supeditada al rey. Si se entiende íntegramente el sentido de “real”, se compararía con el de “estatal”. El museo y la biblioteca eran instituciones del Estado al servicio del público. Un hecho importante fue la traducción al griego de la Tora hebrea, y los libros del Antiguo Testamento. La biblioteca llegó a tener más de 800,000 volúmenes, y sus funciones incluían la consulta, la concentración de libros, la enseñanza, la traducción, la venta y la publicación de los mismos.

En Alejandría hubo una verdadera constelación de científicos, y en ella existía ya una separación entre ciencia y filosofía. También hubo allí una división de las ciencias en especialidades muy concretas la cual probablemente haya sido factor que influyó en el decaimiento del proceso científico y disminuyó la evolución de la ciencia en Alejandría.

1.21 *Las matemáticas durante el Imperio Macedónico*

Fueron científicos como el matemático Euclides (320-260 A.C.), los que predominaron durante el Imperio Macedónico. Euclides elaboró la obra que marcó el destino de la enseñanza de las matemáticas: *Elementos de Geometría*; con ella, ayudó a que progresara el conocimiento

de las formas y los volúmenes de las pirámides y los conos. Su principal aportación fue la coherencia lógica de su estudio: el método y la clasificación de los hechos.

Arquímedes (287-212 A.C.), fue el padre de la mecánica. Su modo de hacer ciencia fue el más completo de la Antigüedad, y a ello se debe su prestigio. Aplicó la teoría a la práctica e ideó máquinas de guerra para defender a Siracusa del ataque del romano Marcelo, en la época de las guerras púnicas, cuando Roma comenzaba a extender su territorio en Italia y el Mediterráneo Occidental. Construyó un planetario, elaboró un método para medir las áreas de las figuras y superficies planas, desarrolló el principio de la doctrina de los límites y la teoría de las palancas. Por un problema que le planteó Hierón, tirano de Siracusa, descubrió el método para conocer los pesos específicos de los cuerpos, teoría que plasmó en su obra *Sobre los cuerpos flotantes*.

Apolonio (200 A.C.), fue sucesor de Arquímedes, y desarrolló sus conocimientos en los tres tipos de secciones cónicas. Introdujo los términos de "elipse", "parábola" e "hipérbola" para nombrar a los tres tipos de cónica que antes recibían su denominación del ángulo del cono. Es de notar cómo, cuando el conocimiento sobre algún hecho alcanza cierto nivel, se crea un término concreto para identificar dicho hecho.

1.22 *Astronomía y conocimiento de la Tierra*

Aristarco de Samos (310-230 A.C.), desarrolló la idea de que la tierra gira sobre su propio eje y de que todos los planetas giran alrededor del sol (heliocentrismo). En su sistema, observó que el sol es mucho más grande que la tierra, y que la luna es más pequeña que los otros dos.

Eratóstenes (276-194 A.C.), trabajó en la biblioteca de Alejandría y fue el más erudito de los antiguos. Entre sus trabajos más importantes resalta la medición de la circunferencia de la tierra, notablemente exacta, que consiguió basándose en la medida de la sombra del sol sobre la tierra, y en la aplicación de una ecuación algebraica.

1.23 *Medicina y estudio de la naturaleza*

En la Antigüedad Clásica la medicina se dividió en anatomía y fisiología. Científicos como Herófilo y Erasítrato participaron en la búsqueda de la autonomía de estas dos disciplinas. Herófilo de Calcedonia (300 A.C.) practicó, por primera vez la disección pública del cuerpo humano. Consideró al cerebro como dentro del sistema nervioso y como sede de la inteligencia, y distinguió las arterias de las venas. Por su parte, Erasítrato de Quíos (280 A.C.) simpatizó con el atomismo de Demócrito. Supuso (y lo expresó en un lenguaje torpe) que el aire es absorbido por los pulmones y que ahí pasa al corazón.

De sus estudios lo más importante es la distinción que hizo entre el cerebro y el cerebelo, y su deducción de que la inteligencia se debía a la

cantidad de circunvoluciones; idea a la que llegó al comparar el cerebro del hombre con el de los animales y encontrar que era mayor el número de circunvoluciones del cerebro del primero que el de los segundos.

1.3 *El conocimiento durante el Imperio Romano*

A mediados del siglo I antes de Cristo, César invadió Egipto, y Alejandría se convirtió en una más de las colonias romanas. A partir de ese momento, ya resulta más claramente manifiesto a quién servía la ciencia de la época. La Alejandría que impulsó Ptolomeo I (360-283 A. C.) se derrumbó en esta época, y los científicos que quedaron en ella sólo trataron de satisfacer las necesidades del Imperio Romano. Este cambio fue producido por: 1) por la nueva política implantada por los romanos y, 2) por los cambios en la religión, ya que en esa época comenzaron a influir sobre las ideas de los griegos, las doctrinas de los hebreos. Quedaron sólo las ideas de unos pocos científicos, quienes —en cuanto servidores incondicionales al imperio— frenaron el avance del pensamiento durante varios siglos.

La influencia de las ideas griegas sobre la civilización romana fue muy grande, a partir del momento en que se afianzó Roma como potencia dominadora del Mediterráneo Oriental, en el siglo II antes de Cristo. La actitud que los dirigentes romanos tomaron respecto de la ciencia fue diferente de la actitud griega: mientras los griegos buscaban el conocimiento por sí mismo, los romanos buscaban en la ciencia un fin práctico y aplicable. Producto de la influencia de las escuelas peripatética, estoica y epicúrea, cuyas ideas hacían hincapié en la buena conducta por el cumplimiento del deber y la búsqueda de la felicidad a través del placer, desecharon la observación científica de los fenómenos y el conocimiento que de ella puede derivarse.

1.3.1 *Medicina y política de salud pública de los romanos*

Galeno de Pérgamo (131-201 D.C.), fue hijo de un arquitecto dueño de una fortuna considerable, quien le proporcionó una educación privilegiada. A partir de los 14 años estudió en las escuelas estoica, académica, peripatética y epicúrea, y a los 17 años escogió la carrera de medicina. La influencia de Galeno sobre Roma fue muy importante. El había desarrollado una teoría completa e ingeniosa de la filosofía; para él el pneuma o espíritu es el principio de la vida, el cual se encontraba en la sangre, la cual —a su vez— transportaba el espíritu vital por todo el cuerpo (como ya lo había pensado Erasístrato de Quíos). Galeno era teologista y pensaba que Dios hizo todas las cosas con un fin determinado. La característica de su pensamiento fue su adecuación con la teología de las religiones de su época: cristiana, judaica y musulmana.

La influencia griega sobre Roma desterró las antiguas ideas religiosas que existían respecto a las enfermedades. En ella, las escuelas de medi-

cina comenzaron por ser simples grupos de alumnos que se reunían en torno a un maestro, y que —más tarde— llegaron a organizarse en colegios. Hacia el siglo I D.C., el Estado romano les asignó a los maestros una percepción del erario público, en cuyo manejo intervino la administración pública. Fueron también los romanos quienes reglamentaron las actividades de los médicos públicos, otorgándoles un sueldo del Estado. A esta reglamentación había que agregar la que establecía el sistema de hospitales públicos y de provincia. Esas reglamentaciones fueron posibles gracias a la importancia del Derecho Romano, que como ningún otro anterior a él, había elaborado una estructura jurídica tan completa.

La higiene fue una cualidad romana que abarcó todos los aspectos. Las obras arquitectónicas y urbanísticas consideraban importantes la ubicación, la orientación y la limpieza de los edificios. Ya en el siglo IV A.C., Roma estaba provista de desagües subterráneos, y se había prohibido legalmente que se enterraran los cadáveres dentro de la ciudad. El flujo de agua llegó a ser de trescientos millones de galones en seis meses, volumen y cantidad que parecen asombrosos para una ciudad antigua (de 800 000 habitantes, según las estimaciones de *J. Belloch*, en los primeros tres siglos).⁸

1.32 *Física, astronomía y matemáticas entre los romanos*

En ninguna de estas ciencias se mostraron los romanos particularmente creadores. Lucrecio (95-55 A.C.), que pertenecía a una familia noble, fue uno de los hombres de ciencia cuyas obras son más conocidas. Siguió la tradición epicúrea, al explicar el origen del mundo por la interacción de los “átomos” y apoyar la “indestructibilidad de la materia”. De su poema “La Naturaleza de los Átomos” se desprende que su teoría toma exclusivamente las ideas de los atomistas. Otro hombre de ciencia fue Varrón (116-27 A.C.), quien escribió una enciclopedia de las ciencias, distinguiendo nueve de ellas: Gramática, Dialéctica, Retórica, Geometría, Aritmética, Astronomía, Música, Medicina, y Arquitectura. De ellas, derivaron las que en la Edad Media se denominaron “artes liberales”.

Los romanos tampoco fueron grandes matemáticos; en este campo, lo más importante —entre lo que desarrollaron— fueron algunos útiles mecánicos de cálculo; de los segundos, el más completo era el ábaco (parecido al ábaco chino, que todavía se usa). En Astronomía, los romanos obtuvieron como logro más importante el ajuste del calendario, hecho con un fin práctico, pues el antiguo calendario romano tenía un ciclo de cuatro años, con diferente número de días para cada año y era muy inseguro para la agricultura. El ajuste fue introducido por Julio César, quien —para este propósito— fue asesorado por un matemático alejandrino. En el calendario juliano, el año duraba 365 días y se intercalaba un día más cada cuatro años. Recuerda al calendario de Eudoxo de 365 días y seis horas.

Pese a la falta de inspiración para el estudio de la astronomía, los romanos poseyeron, desde un principio, buenos conocimientos elementales aplicados: así, usaron, desde el siglo III, el cuadrante solar para el cómputo del calendario. Pero, también hicieron algunas otras consideraciones; así, por ejemplo, Plinio observó cuántas horas dura, en diferentes lugares, el día más largo del año (en Alejandría, en la península itálica y en lo que es hoy Inglaterra) y así predijo que en el extremo norte el día debía durar 24 horas.

1.33 *La geografía de los romanos*

La geografía ilustra, del modo más claro, las motivaciones y la orientación de la ciencia romana. Contribuyeron a su desarrollo las guerras y expediciones romanas, Julio César concibió la necesidad de medir el Imperio Romano, *tanto por fines militares como por fines comerciales*. Estrabón de Amasia, en el Ponto, hijo de una familia griega dedicada a la política, acopió datos auténticos e hizo el cálculo de que, si el ancho del mundo desde las Islas Canarias hasta China alcanzó sólo un tercio de la circunferencia de la tierra, debían existir continentes que no eran conocidos en su época.

Pomponio Mela (40 A.C.), quien perteneció a la familia de Séneca, fue el único escritor importante en la geografía general; consideraba al mundo como una esfera dividida en cinco zonas: una central calurosa e inhabitable; dos frías, también inhabitables, y dos templadas. Para él, la tierra se hallaría rodeada por el océano que formaría cuatro mares: 1) el Caspio, al norte, 2) el Golfo Pérsico, y 3) el Mar Rojo, ambos al sur y, 4) el Mediterráneo al oeste. Su descripción de los tres continentes por él conocidos se transmitió hasta la Edad Media.

1.34 *Principios de economía*

Plinio el Viejo (23-79 D.C.), nació en Como, en donde su familia poseía numerosos bienes. A los once años fue a residir a Roma, y se incorporó al ejército en el año 45 D.C. Viajó por las colonias romanas y regresó a la capital del imperio en el año 52, dedicándose desde entonces a la jurisprudencia y a la política. Manifestó interés por los fenómenos naturales, pero sin elevarse al establecimiento de leyes científicas. Para él, la naturaleza está al servicio del hombre. Sin embargo en su "Historia Natural de los Metales", se encuentran datos e ideas muy interesantes. Explica cómo, al comenzar el Imperio Romano, la acuñación de monedas de oro y plata, fueron aumentando su valor progresivamente, y la forma en que, a consecuencia de ello, el valor del oro no amonedado de acuerdo con su peso también fue aumentando; o sea que esta interpretación suya pudo considerarse como el inicio de una ciencia social: la economía. No estudió la naturaleza ni el cosmos, sino que

esbozó una ley de la oferta y la demanda, producto exclusivo del comportamiento del hombre y la concentración de la riqueza.

1.35 *Arquitectura y mecánica*

Vitrubio (aproximadamente en 10 D.C.), nació en Italia meridional, perteneció a una familia de arquitectos de la cual recibió una educación enciclopédica. Fue ingeniero y arquitecto, describió un método para medir las distancias (por ejemplo las que hay de un observador situado en la orilla de un río a la orilla opuesta del mismo). Para esas medidas, se valía de la dioptra y del hodómetro que usaba siguiendo los métodos parecidos a los de medición topográfica actual. Escribió sus *Diez Libros de Arquitectura*, en los que describe la relación de las características climatológicas con los materiales de construcción de las viviendas de los diferentes lugares. Hizo —también— un intento por explicar el origen e historia de la vivienda humana. Para la agrimensura, los romanos, utilizaron un instrumento llamado “groma”, y —durante el imperio— fundaron una escuela oficial de agrimensores. Para ellos, la mecánica y la construcción de aparatos fue importante, pues llegaron a conocer el uso de grúas y poleas y todo ello lo orientaron siempre a la práctica.

Se observa cómo —a través del desarrollo de la ciencia— en la Antigüedad los hombres trataron de explicar su propio origen y su relación con el mundo. En general, se debe considerar el desarrollo de la ciencia de acuerdo al tipo de sociedad en la que se desenvolvió; así, en la época clásica griega, su método estuvo estrechamente unido a la filosofía y si esta última perdió su carácter materialista y se separó de la ciencia con Aristóteles, al comienzo del Imperio Macedónico, fue por las necesidades de la sociedad, o —más bien— por las de la clase imperante de la época: (necesidad de mantener un dominio y de justificar un tipo de gobierno). En el Imperio Romano, se llegó a una casi institucionalización de la ciencia dominada por el criterio práctico y por lo que podríamos llamar ahora “tecnología”.

La ciencia decayó al final de la Edad Antigua debido a la caída de la civilización imperante de la época: el fin del Imperio Romano trajo como consecuencia el fin de un sistema de vida y de una forma de pensamiento. La Edad Media debía asentarse bajo las normas y principios del Cristianismo, el más importante movimiento social de la Antigüedad, que proclamaba la igualdad de todos los hombres y la esperanza de una vida eterna. Los cristianos consideraban a todos los hombres como iguales, pero creían que la recompensa a su comportamiento se daría después de la muerte, ya que era en el cielo donde las diferencias sociales de los hombres desaparecían. La tradición pagana consideraba que el mundo celeste estaba compuesto de esferas alrededor de la tierra, y que en estas esferas se movían los planetas y estrellas, y su concepción de la sociedad era que ésta estaba dividida en clases sociales cerradas.

Aunque el cristianismo proclamaba la igualdad entre los hombres, no se propuso como un movimiento revolucionario de reivindicación social, sino que sus promesas las hizo para la vida eterna, para después de la muerte. Era en el cielo donde el hombre iba a reivindicar sus derechos sociales, y donde —según su comportamiento terrenal— iba a estar colocado en el cielo, en el purgatorio o en el infierno.

2. EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO DE LA EDAD MEDIA

2.1 *La herencia grecorromana en la Edad Media*

Al revisar la historia de la ciencia durante el Imperio Romano y la Edad Media, resalta, entre otros, el hecho de que la ciencia se debilita a partir del momento en que el hombre deja de preocuparse por la explicación de la naturaleza a través de la observación y se conforma únicamente con la interpretación dogmática de los hechos.

La mente inquisitiva griega se volcó sobre el mundo, lo observó y anotó sus observaciones. De vez en cuando —en Aristóteles sobre todo, menos en Platón y otros— creó sistemas, pero esta sistematización y el interés del pensamiento griego acerca de la naturaleza fue desechado por los romanos.

Tanto en los inicios del Imperio Romano como en sus postrimerías, la tradición científica griega quedó latente. Por más de ochocientos años, poco quedó del pensamiento griego, al cabo de los cuales resurgió en el mundo islámico que lo transmitió junto con el saber del renacimiento del lejano oriente —siglos después— al mundo cristiano de occidente.

En los siglos del florecimiento económico y político del Imperio Romano, ni surgió tesis original alguna ni se realizó invención importante alguna, a pesar que existían numerosos eruditos entre la clase acomodada. La vida cultural se caracterizó por la elaboración de grandes enciclopedias entre las que sobresalen la de Séneca y la de Plinio.

El profundo despego de los romanos respecto de la sistematización y la observación de la naturaleza, se debió a su mundi-visión o "Weltanschauung" en que prevalecieron dos sistemas filosóficos helénicos: el epicureísmo y el estoicismo, ambos de carácter determinista.

El epicureísmo, doctrina determinista, considera que la felicidad reside en aspirar sólo a lo indispensable; que la sabiduría radica en encontrar el placer a través de la serenidad. La idea del conocimiento se basa en la aprehensión de las cosas a través de las sensaciones y la visión directa de los principios primarios e imperceptibles del cosmos en donde nada surge de la nada ni nada se sumerge en la nada. Partiendo de lo anterior, la explicación del mundo físico se basa en la idea del átomo como parte constitutiva de los mundos infinitos y eternos.

La filosofía estoica, también determinista, basa la concepción de sus valores en una felicidad apoyada en el ejercicio de la virtud, lo que le

permite al hombre despojarse de los bienes externos. La felicidad radica en la aceptación del destino. Esta forma de ver la vida se refleja en su idea del mundo físico, mundo esencialmente corporal, en el que los acontecimientos se hallan determinados por la razón suprema, la cual actúa según su sabiduría. De ahí también que la lógica de ese sistema sea una lógica formal en donde la verdad depende de las impresiones que el alma puede aceptar o negar.

Como puede verse, en una sociedad en la que la visión del mundo considera a éste determinado por fuerzas poderosas, y en la que se piensa que la felicidad radica en la conformidad, no podía florecer la actividad científica pues en esta última lo importante es: 1) dudar de lo que se cree saber, 2) preguntarse sobre lo que se debería saber y 3) recurrir a la realidad para determinar si lo que se cree saber es lo que se debe saber.

A partir del momento en que las filosofías estoica y epicúrea dejaron de dar soluciones capaces de darle a la vida un sentido, las clases ociosas empezaron a recurrir al placer y a la corrupción; a los oprimidos se les negó, cada vez más, cualquier tipo de participación tanto de los bienes materiales como de los del intelecto, y las religiones encontraron, cada vez más, campo propicio para extenderse. Los dioses iraníes y egipcios obtuvieron culto en Roma, y el cristianismo logró adeptos entre los romanos de los estratos más oprimidos de la sociedad. La reacción política del Imperio fue radicalmente opuesta frente a unos y frente al otro; a unos "los capturó" y promovió; al otro, lo combatió y proscribió ya que el cristianismo hacía peligrar los poderes constituidos, los intereses creados y, en cambio, abría nuevas perspectivas a los desposeídos.

De todos los cultos que se introdujeron en la sociedad romana fue el cristianismo el que más se propagó entre los esclavos y pequeños propietarios empobrecidos. Esto se explica por la doctrina cristiana de amor, salvación y resurrección que les daba a los desposeídos las esperanzas que la organización jurídico-política del imperio les negaba.

Edward Gibbon, en su obra: *The Decline and Fall of the Roman Empire*, atribuye a cinco factores el florecimiento del Cristianismo en el Imperio: 1) el fervor de los cristianos; 2) la doctrina acerca de una vida futura; 3) los poderes milagrosos adjudicados a la Iglesia primitiva; 4) la pura y austera moral de los cristianos —que en mucho se asemejaba al estoicismo y epicureísmo primitivos— y 5) su unión y disciplina.

A principios del siglo iv, Constantino subió al poder, apoyado por los cristianos que habían crecido en número y en importancia y a quienes su organización, además de su número, los hacía desempeñar papeles preponderantes en la vida pública del Imperio. Para entonces, el Imperio se tambaleaba acosado por problemas políticos y económicos; pero gracias a la pericia de Constantino, subsistió por algunos siglos más.

Durante la administración de Constantino, son dos los hechos importantes para el devenir del conocimiento: 1) la emigración a Siria de los

herejes cristianos perseguidos por los poderes públicos y 2) la formación de un foco cultural en la ciudad de Alejandría, en Oriente.

La iglesia cristiana pasó —por entonces— de la clandestinidad al reconocimiento, e incluso llegó a ser oficial, detentadora del poder unas veces, o asociada al poder otras. En esa lucha por el poder y por las ideas, algunos herejes (como los arrianistas, los nestorianos y los nonofisistas) tras haber sido perseguidos por la iglesia oficial, se instalaron en Siria donde contribuirían a la aparición de nuevas vertientes del pensamiento que intervendrían en el despertar de la inquietud científica.

Fue en Alejandría, durante el siglo iv, en donde se concentraron muchos pensadores y religiones. Ahí fue donde floreció el neoplatonismo, que surge con el apóstata cristiano Ammonio Saccas. El pensamiento de este filósofo giró sobre el problema de la naturaleza del alma y su relación con la inteligencia. Su alumno, Plotino, continuó esa corriente, y agregó a la especulación pitagórica sobre el número, los conceptos de “hipóstasis” y “emanación” (en el que el primero explica el proceso por el cual lo superior produce lo inferior, es decir, se produce la emanación, sin que lo superior pierda nada en tal proceso). En torno a estas ideas giró el pensamiento medieval de Occidente a través de la obra de San Agustín, y en gran parte de las de los filósofos medievales, hasta el siglo XIII.

A partir del siglo v, el Imperio Romano empieza a desmoronarse y toda la tradición filosófica griega cae en un prolongado letargo que abarca toda la “Edad Media”.

Al analizar el acontecer científico durante la época medieval, se lo puede dividir en tres grandes períodos diferentes entre sí y reconocer dentro de cada uno de ellos diferencias geográficas (entre Oriente y Occidente) así como, también, interrelaciones entre los dos mundos culturales.

1) Durante la primera etapa, en el mundo occidental y cristiano, la evolución de la ciencia se interrumpió en los primeros siglos del medievo (v-viii aproximadamente), mientras que en el Oriente recibió un fuerte impulso; 2) en los siglos intermedios (viii al xi), Occidente recibió el impacto científico de Oriente, región en la que, las traducciones científicas helénicas y de la India habían alcanzado su máximo y por ello pudieron ejercer esa influencia; 3) en las postrimerías del Medievo (xii-xv), a) la ciencia en Oriente declinó y b) su influencia disminuyó en Occidente (en donde la vida intelectual giró en torno a la escolástica considerada tanto como método de enseñar y aprender filosofía, como en su calidad de elaboración filosófica que prolonga los esfuerzos de la filosofía griega.

2.2 *Letargo del conocimiento científico de Occidente*

En su aletargamiento de cuatro siglos, la ciencia se nutrió de un dogma: la teoría del macrocosmos y del microcosmos. Su obra de consulta fue

el Timeo de Platón. Sin embargo, algunos escritos mantuvieron entreabierta la puerta de la ciencia; obras de recopilación y difusión, sin ideas originales, impidieron que se rompiera del todo el lazo científico. Entre éstas, estaban: 1) las traducciones que de las obras de Aristóteles hizo Boecio, 2) las Compilaciones realizadas por éste sobre tratados griegos de matemáticas y 3) las obras científicas sobre medicina, heredadas de la decadencia romana (entre otras la *Historia Natural* de Plinio y las *Etimologías* de San Isidoro, Obispo de Sevilla, que es una enciclopedia sobre las ciencias basada en Plinio, en la que la ciencia se explicaba por lexicología, y la cual llega a legitimar parcialmente a la astrología).

2.3 *El despertar del conocimiento científico en Oriente*

A raíz de las decisiones del Concilio de Nicea, —entre ellas, el asentar el dogma de la divinidad de Cristo y el otorgar el poder temporal al Papa—, quienes sostenían las opiniones contrarias se convirtieron en herejes. Fueron perseguidos, por lo que se vieron obligados a buscar refugio en algunos países de Oriente, sobre todo en Siria. Tal es el caso de los arrianistas, nestorianos y nonofisistas, quienes se encargaron de difundir, con sus ideas, las concepciones neoplatónicas que les dieron origen.

Estos grupos opuestos a la ortodoxia de la Iglesia cristiana pusieron en duda muchos de los principios sostenidos por ésta que en caso de haber podido ser utilizados como dogma, incontrovertido e incontrovertible hubieran podido aniquilar el pensamiento científico. La inquietud por encontrar caminos nuevos en el pensamiento hizo que los grupos disidentes buscaran inspiración en el período clásico helénico. Su búsqueda permitió rescatarlo, y más tarde, transmitirlo a Europa.

Hacia el siglo vi, el nuevo Imperio Persa, ya no tenía las grandes extensiones territoriales de los siglos anteriores pues, reducido al Irán occidental, era gobernado por los Sasánidas. Estos conquistadores permitieron la penetración cultural extranjera y lograron un fuerte desenvolvimiento económico y cultural.

Fue en esta época cuando se convirtió a la ciudad de Gandisapur en un centro de importancia cultural donde vivieron médicos y sabios griegos, persas, hindús y judíos. De este intercambio de ideas científicas resultó una importante traducción de obras científicas del griego, del siríaco, del sánscrito y del pahleví.

Gracias a esta actividad traductora —que hace resaltar la importancia histórica del lenguaje como elemento “intergrupar e intercultural”— sobrevivió y pudo ser transmitida principalmente la obra matemática y astronómica de la India, que más tarde habría de recibir Europa a través de la cultura árabe.

2.31 *El desarrollo del conocimiento científico en el mundo mahometano*

Los musulmanes, organizados ya en un Estado, constituían una terrible fuerza militar. En el curso de la segunda mitad del siglo VII, sus dominios abarcaban casi toda la península arábiga, el Africa Septentrional y el Asia Menor. En el año de 711 los árabes y los moros cruzaron el Estrecho de Gibraltar y pusieron bajo su dominio la península ibérica.

La conquista de los países más ricos del Asia Menor y del Africa, influyó en el régimen social de los árabes. Los califas (en árabe "descendientes de Mahoma") se encontraron con enormes dominios y riquezas. El centro del dominio árabe se trasladó de la atrasada Arabia a Irán que era rico y culto país conquistado.

A ejemplo de los emperadores bizantinos y de los reyes iraníes, los califas mantuvieron una corte pomposa. Los árabes comenzaron a asimilar la cultura de los países sometidos, a conocer su literatura y su ciencia.

Los conquistadores árabes se preocuparon por conocer lo más posible acerca de sus pueblos colonizados y recibieron impulso adicional para sus indagaciones de los preceptos del Corán que los compromete a estudiar el cielo y la tierra para encontrar pruebas sobre los fundamentos de su fe religiosa. El mismo Profeta les había enseñado a sus discípulos a que buscaran el conocimiento desde la cuna hasta la tumba, sin importar el que éste tuviera que buscarse hasta el fin del mundo, porque "aquel que viaja en busca del conocimiento, viaja por el camino de Alá hacia el paraíso".

En las leyes religiosas del Corán no existe una distinción clara entre lo sagrado y lo profano; así, por ejemplo, hay muchos *hadits* (citas atribuidas a Mahoma) que se refieren a la Medicina, en general, y de los remedios, en particular, sobre los cuales los científicos y filósofos musulmanes basan muchas de sus acciones. Es así como Averroes, al escribir que el Corán invita al hombre a observar la naturaleza y a buscar el conocimiento racional, expresaba una opinión común a todos los eruditos musulmanes, en el sentido de que la tierra le fue dada al hombre para que realizara sobre ella un estudio constante y reverente. A la ciencia árabe se la puede considerar como heredera de la ciencia helenística. Las escuelas musulmanas se organizaron siguiendo el patrón de las escuelas griegas. Los "científicos" versados en más de una rama de la ciencia, si no es que en todas, fueron la regla, no la excepción. De estos hombres de mente enciclopédica el mejor conocido fue Avicena.

En su búsqueda de la verdad, los científicos árabes se interesaron fundamentalmente por recoger los conocimientos que habían resistido la prueba del tiempo; esta búsqueda los inició en la investigación metódica y les descubrió perspectivas insospechadas. Así por ejemplo, los griegos bajo la influencia de Platón y Aristóteles habían dividido la ciencia de acuerdo con su carácter esencial y sus métodos de investigación; los árabes, aun cuando habían adoptado los nombres griegos, usaron su propia clasificación, pero ésta no era utilizada únicamente como un inventario

sino que se la usaba, más bien, como un programa. Sostuvieron que los métodos científicos no pueden ser fijados a partir de un conocimiento *a priori* de los objetos, sino que los métodos correctos surgen a través de la investigación experimental, ya que sólo por medio de la investigación se puede descubrir qué método conduce a la verdad.

2.311 *Clasificación del conocimiento científico*

Al-Farabi, dividió la ciencia en cinco ramas: 1) filología, 2) lógica, 3) ciencias matemáticas (aritmética, geometría, perspectiva, astronomía, pesas y medidas y mecánica), 4) física y metafísica y 5) política, derecho y teología. Esta clasificación es un intento de combinar la teoría con la práctica. Avicena, en su obra *Sobre la división del conocimiento racional*, parece estar mucho más cerca del punto de vista griego, pues distingue entre ciencia teórica y práctica, suponiendo que el fin de la primera es obtener conocimiento cierto de los objetos cuya existencia no depende de la acción humana, mientras que el fin de la segunda es el estudiar aquellos aspectos en los que la acción del hombre puede tener efectos directos. El adjetivo “práctica”, lo utilizaron en el sentido griego, como soporte de la acción humana. Las “ciencias poéticas” de Aristóteles desaparecen en la clasificación de Avicena y las ciencias teóricas las subdivide en tres niveles: 1) el de las ciencias naturales, 2) el de las ciencias matemáticas y 3) el de la metafísica.

2.312 *Traducciones árabes*

Los científicos árabes tradujeron trabajos indios y persas; pero —sobre todo— las obras griegas. Así pues, los nombres de Euclides, Tolomeo y Galeno, fueron familiares entre ellos. Muchas de sus traducciones siguen siendo hoy día, nuestras únicas fuentes para conocer gran número de antiguos y perdidos textos griegos. Esta deferencia a la sabiduría antigua, esta búsqueda desesperada por manuscritos —como si toda la sabiduría empezara y terminara en ellos— podría hacer surgir la idea de que los árabes no se preocuparon de otros aspectos de la ciencia; sin embargo —aunque hayan sido pocos— sí hicieron descubrimientos propios y —sobre todo— ampliaron las perspectivas del horizonte científico.

Los traductores árabes se enfrentaron con el problema de la falta de un diccionario científico de terminología griega, por lo que se avocaron a la tarea de elaborar uno de términos científicos apropiados al vocabulario árabe, al siríaco y a otros lenguajes semíticos. Este trabajo, que rebasaba lo filológico, frecuentemente los obligó a redefinir, verificar y elucidar los conceptos originales.

2.313 *Diseminación de las ideas científicas árabes*

Se puede decir que la ciencia árabe floreció entre los siglos VIII y IX

dé nuestra era. Durante esta época fue casi la depositaria única de las enseñanzas griegas. Las traducciones latinas de los textos árabes propiciaron, posteriormente, el gran renacimiento intelectual occidental y los filósofos y científicos cristianos tomaron de ahí su saber.

Pero, con la captura del califato de Córdoba, el centro cultural del occidente musulmán, llevada al cabo por Fernando III en 1136 y, con la toma de Bagdad por las hordas mongoles en 1258, la ciencia árabe sufrió daño importante, aunque eminentes científicos árabes continuaron sus investigaciones.

En los comienzos del imperio árabe, el centro principal de difusión científica fue Bagdad, hacia donde confluían sabios de Persia, Egipto, Siria, China y la India. Con la conquista de España, Córdoba sustituyó a Bagdad; fue a través de España como el conocimiento árabe llegó a ser recibido en Europa y en América. Por su parte las cruzadas también contribuyeron a establecer estrecho contacto entre esos países.

En resumen, los árabes lograron un gran éxito al reorientar la ciencia, apartándola de la pura especulación metafísica en que se hallaba sumida, y hacerla aproximarse a caminos experimentales y operativos. Su preocupación por la identificación y la verificación, la observación y la descripción cuidadosa desarrollaron mucho una actitud científica objetiva.

Al unir su gran curiosidad intelectual a su amor por el conocimiento, los árabes no sólo preservaron y transmitieron las ciencias de la antigüedad sino que les dieron una nueva base de desarrollo.

2.314 *Matemática, álgebra y geometría*

Al seguir las enseñanzas de los griegos, los matemáticos árabes extrajeron raíces cuadradas y cúbicas a través de aproximaciones sucesivas. Desarrollaron —también— reglas prácticas de operación aritmética, aunque no descubrieron lo que hoy conocemos como propiedades conmutativas y asociativas de la multiplicación.

Los matemáticos árabes pudieron manipular cantidades desconocidas y resolver problemas planteando las ecuaciones apropiadas. El desarrollo del álgebra se inició con Al-Khwarizmi.

Las contribuciones árabes a la geometría (además de las traducciones de Euclides) son de gran importancia. “En la aplicación de la aritmética y el álgebra a la geometría, y en la solución de problemas algebraicos por métodos geométricos, los árabes sobrepasaron a los griegos y a los indios: son famosos sus trabajos sobre la cuadratura de la parábola, la construcción de los polígonos regulares y las discusiones sobre las proposiciones de Euclides que serían intentos de formular geometrías no-euclidianas.

2.315 *Cartografía, astronomía y óptica*

En cartografía, los geómetras árabes utilizaron el método persa de los

seis kishwars. En éste, la región central está representada por un círculo rodeado de otros seis de igual radio, los cuales tocan el círculo central y los círculos vecinos.

Este método tiene menos efectos distorsionantes en las regiones periféricas que otros métodos de proyección como el Mercator.

Los musulmanes consideraron la astronomía como la más noble y hermosa de las ciencias, puesto que el estudio de las estrellas era ayuda indispensable para sus prácticas religiosas. En el siglo IX los astrónomos de Bagdad y de Damasco, verificaron y corrigieron las tablas de Tolomeo, de tal suerte que tomaron en cuenta la precisión de los equinoccios. Desafortunadamente los árabes no se dieron cuenta de que Venus es un cuerpo que gira en torno del sol.

La trigonometría fue tratada como una rama de la astronomía y, en ella, los árabes fueron ampliamente superiores a los griegos y a los indios, a cuyas tablas de senos y cosenos agregaron tablas de otras funciones trigonométricas entre las que establecieron varias relaciones fundamentales. Las tangentes, las cotangentes, las secantes y cosecantes les fueron familiares. Además de los trabajos teóricos, los árabes también publicaron textos sobre la manufactura y el manejo de los instrumentos astronómicos (particularmente, del astrolabio).

La óptica fue estudiada especialmente por Ibn Al-Haytham, quien hizo experimentos con espejos planos, esféricos, cilíndricos y parabólicos, escribió un tratado sobre la medida del paraboloides de revolución, investigó la luz de las estrellas, el arco iris, el color, la sombra y la oscuridad. Discurrió Al-Haytham sobre la fisiología ocular y elaboró una teoría filosófica sobre la naturaleza de la luz, evidentemente rompió las barreras entre las matemáticas, la física y la biología, mismas ciencias que le fueron igualmente familiares.

2.32 *El desarrollo del conocimiento científico en China*

En los siglos IV y V irrumpieron en China, desde el norte y el oeste, pueblos nómadas que se apoderaron de su parte septentrional. La parte meridional se dividió por estas fechas, dando origen a una serie de dominios independientes. A fines del siglo VI, se produjo una unificación de estos dominios por la influencia de un jefe militar que en el año de 618 se proclamó emperador y a quien en la historia de China se le conoce como Gao-Tzu (fundador del Imperio Tang).

Mediante guerras de conquista, los emperadores Tang sometieron a los países vecinos formando el Gran Estado Chino (Imperio Tang, 618-907). En aquel entonces, el territorio chino era mayor que el actual pues se sometían al imperio chino Corea, Tonkin, Annam y algunos principados de la India septentrional.

La clase dominante era la de los señores feudales y a la cabeza de la sociedad feudal estaba el emperador que era considerado como un enviado

de Dios sobre la tierra, quien se llamaba a sí mismo y a quien se llamaba "hijo del cielo".

Siguió al Imperio Tang, el Imperio Sung (960-1279). Durante estos imperios, la economía china hizo grandes progresos: se abrieron canales, se construyeron represas y diques, se perfeccionó la técnica de la agricultura, y aumentó las riquezas imperiales el monopolio sostenido sobre la producción del hierro, el cobre, la plata y el oro.

Hábiles artesanos elaboraban sedas, utensilios domésticos y armas, y construyeron ciudades nuevas, rodeadas de altos muros, con hermosos palacios y templos monumentales.

Los chinos exportaban a otros países seda, fósforo y hierro. Comercian con India, Japón, Annam, Java, Ceilán y las islas del Océano Pacífico.

El contacto con otros países tuvo gran influencia sobre la cultura china. De la India se introdujo en China el budismo que predicaba la pasividad y la no resistencia, por lo que los señores feudales lo utilizaron como medio para reducir al pueblo a la servidumbre. De los árabes, muchos chinos adoptaron el islamismo.

El poder imperial se ejercía mediante un servicio civil sumamente complicado que se conoce con el nombre de "mandarinato", que no gozaba del principio hereditario de la sucesión. Para poder ingresar a esta organización burocrática (organización que en China fue un magnífico instrumento), existía un sistema de exámenes imperiales que tuvo su origen en el siglo II A.C., el cual junto con la antiquísima práctica de la "recomendación de los talentos más destacados" hizo que el mandarinato llegase a seleccionar e incorporar a los mejores cerebros de la nación.

La riqueza e incluso la opulencia tenían relativamente poco prestigio y la idea de los hijos de los comerciantes (clase que podía aspirar a ello) era la del llegar a ser eruditos para practicar en los exámenes imperiales y elevarse en la burocracia.

La práctica política y la administración gubernativa se basaban en un no intervencionismo característico de la antigua sociedad asiática; de esta manera, a todo lo largo de la historia china el mejor magistrado era el que menos tenía que intervenir en los asuntos de la comunidad, siendo los clanes y las familias los que solucionaban sus propios asuntos sin necesidad de recurrir a los tribunales. Es muy probable que una sociedad así favoreciera la reflexión acerca del mundo de la naturaleza, puesto que el hombre tenía que penetrar tanto como le fuese posible en los mecanismos del mundo natural y utilizar las fuentes de poder que éste contiene, procurando intervenir lo menos posible en forma directa y utilizando, —en cambio— la "acción a distancia". Concepciones de este tipo logran efectos de economía de medios y, por supuesto, estimulan la investigación de los fenómenos de la naturaleza. Esto hizo que los chinos lograran conquistas importantes como el sismógrafo, la fundición del hierro y la energía hidráulica.

La predilección por la “acción a distancia”, tuvo su efecto en la primera teoría ondulatoria, el descubrimiento de la naturaleza de las mareas y en la ciencia del magnetismo (que en Europa se conoció tres siglos después).

La sociedad china medieval fue altamente favorable al desarrollo de la ciencia. El Estado prestaba poderosa ayuda a la investigación científica. Los observatorios astronómicos, que contaban con registros milenarios, formaban parte del servicio civil. Había grandes enciclopedias, (no sólo literarias, sino también médicas y agrícolas) que se publicaban a expensas del Estado. La medicina era considerada como un servicio público y estaba regida por códigos médicos promulgados por el Estado. Así, por ejemplo, entre 982 y 992 una comisión del gobierno compiló el *Sheng Hui Fang*, que contiene 16,834 remedios.

2.321 *Medicina*

Bajo la influencia de la medicina india, los médicos chinos adoptaron la teoría de los cuatro elementos (aire, agua, tierra y fuego). Esta teoría fue la base del *Tratado sobre las causas y síntomas de las enfermedades* de Chiao Yuan Fangs, en el cual aparecen las primeras descripciones de la viruela, la plaga bubónica, el sarampión, la disentería amibiana, el cólera, la lepra, el raquitismo, (en total 1,720 enfermedades clasificadas en 67 grupos). En el año 652, en su trabajo “Los ocho remedios de oro”, el autor dedicó ocho capítulos a enfermedades de la mujer y los niños, y prescribió el uso de semillas frutales para combatir el beri-beri; el empleo del molusco *Clema Japónica* contra el raquitismo y otros medicamentos contra la malaria, la disentería y otras enfermedades. Clasificó no menos de 717 drogas. Wuang Tao, en su libro *Los secretos médicos* menciona a todas las ramas de la medicina y la terapéutica, y se refiere a la intervención quirúrgica para extirpar la catarata.

2.322 *Matemáticas*

Alrededor del año 625 D. C., Wang Hsiao-Tung, considera la aplicación de ecuaciones cuadráticas y de las ecuaciones cúbicas para los problemas prácticos (por ejemplo, para calcular la longitud de uno de los tres lados de un triángulo rectángulo a partir de la suma de sus otros dos lados y de la diferencia conocida entre la hipotenusa y uno de sus lados).

Los escritos del gran matemático Tsu-Chung Chi, dieron a lo que se ha convenido en representar por la letra griega “pi” (π) dos valores: uno mayor que 3.1415927 y otro menor que 3.1415926.

El símbolo del cero fue traído de la India en el siglo VII y era ampliamente usado ya para el siglo IX, escribiéndose generalmente como un pequeño círculo.

Los grandes matemáticos de la dinastía Sung analizaron ecuaciones indeterminadas y llegaron a dar soluciones a ecuaciones de décimo grado.

Al final del período medieval se hizo otro importante descubrimiento matemático: el cálculo de la escala cromática. Aunque desde el siglo v se había tratado de dividir la octava musical en doce intervalos iguales, fue hasta 1584 cuando el príncipe Ming, Chu Tsai Yu, publicó la solución al problema: el intervalo cromático es $12/2$.

2.323 *Ciencias Naturales*

Los orígenes de la brújula se deben buscar en los intentos de los adivinos chinos para interpretar el futuro y que se basaban en la interpretación de dirección hacia la que apuntaba una cuchara giratoria.

2.33 *El desarrollo del conocimiento científico en India*

En India, la Edad Media se inicia con las invasiones musulmanas que paralizaron el desarrollo natural de la cultura hindú e introdujeron nuevas ideas, especialmente en sus regiones del norte y del oeste.

La época del reinado de los Gupta (comienzos del siglo iv), fue el período del máximo florecimiento de la cultura hindú. En la capital del reino (Pataliputra)* y en otras ciudades importantes, se construyeron enormes palacios y templos de lujo legendario. En ella prosperaron las ciencias matemáticas (entre los árabes y los persas aún hoy se llaman "ciencias hindúes"), los médicos hindúes gozaban de gran fama en Irán y en Bizancio.

El contacto científico con China (que fue de gran provecho al desarrollo del pensamiento hindú) se originó durante el siglo i D. C., cuando el budismo se comenzó a extender en el "Imperio Celestial" (que era como se le llamaba a China), y se mantuvo muy activo durante toda la Edad Media. Los árabes tomaron de los hindúes la notación decimal con nueve figuras y el símbolo de cero, —aunque algunos eruditos sostienen que esos numerales arábigos son de origen griego—, de cualquier forma, el uso de la notación decimal se extendió en India al mismo tiempo que el país entraba en contacto con el Islam.

2.331 *Complicaciones y traducciones del antiguo conocimiento*

La compilación de textos de medicina india, se encuentra en los trabajos de Susruta, Caraka y Vaghbata. En estos trabajos, se exponen las características de las enfermedades y sus posibles causas, además de curas específicas muy avanzadas para su época.

Los diccionarios de medicina fueron compilados desde tiempos muy remotos, pero particularmente durante la Edad Media. El más antiguo es el *Dhanvantarinighantu* escrito en sánscrito.

Sin embargo, debido a la organización social basada en la explotación

* Pāṭali-putra, capital de Magadha en la vieja confluencia del Sone o Ğona y el Ganges. El Πάλιβοθηα de Ptolomeo.

por una clase dominante, practicada en contra de las desposeídas, la alta cultura sólo existía para unos pocos, debido a que —entre otras cosas— el idioma científico y culto era el sánscrito, cuyo aprendizaje resultaba inaccesible a las masas populares por los largos años de estudio que imponía el mismo, el escaso tiempo de licencia de que éstas disponían y los obstáculos a su adquisición.

Los campesinos no entendían la razón de lo sombrío de su existencia y se conformaban con atribuir a los dioses sus desgracias. Los brahmanes persuadían a los campesinos a que obedecieran la voluntad de los dioses, predicando la pasividad y la obediencia y los gobernantes estimaban enormemente estos servicios que les prestaba la casta brahmánica o sacerdotal monopolizadora de la religión.

Entre los antiguos hindús se desarrolló la disciplina de la mente y del cuerpo que conduce a Dios y que se llama "yoga". Los "yoguis" desarrollaron (y desarrollan, actualmente) tal control sobre sus cuerpos, que algunos pueden contener el aliento por largo tiempo, lo cual demuestra que desde tiempos muy antiguos los hindús llegaron a tener un amplio conocimiento del sistema nervioso central y neumogástrico.

2.332 *Matemáticas*

De los manuscritos que se refieren a las matemáticas el más importante que se conoce es el llamado Manuscrito de Bhakshali, descubierto en Cachemira, que fue considerado, en un principio, como extraordinariamente antiguo. Contiene importantes ejemplos de cálculos prácticos, da soluciones generales a numerosos problemas matemáticos, incluyendo ecuaciones cuadráticas indeterminadas, progresiones aritméticas y el "método de la falsa posición". Aunque la fecha de su origen no es conocida, por su estilo se supone que fue escrito alrededor del siglo x.

A mediados del siglo VIII, el Islamismo dejó de expandirse por problemas a) políticos como el deseo de independencia de los persas, y b) religiosos (como los derivados de los intentos de sincretismo con el interés de agregarle ideas cristianas, mosaicas y zéncicas que provocó la aparición de varias herejías dentro del islamismo, dando origen a la formación de tres califatos: el de Córdoba, el de Bagdad y el del Cairo).

Las obras de la antigua Grecia y de Oriente se siguieron traduciendo a la lengua siríaca hasta mediados del siglo IX, fecha en que empezaron a verse al árabe.

Con la aparición del islamismo en el siglo VII y su rápida expansión por las costas orientales, meridionales y occidentales de Europa, se debilitó el comercio europeo que había dependido siempre de un ámbito marítimo dominado por los mahometanos. A partir de entonces el comercio europeo comenzó a decaer; después ocurrió lo propio con la vida urbana, y, en último término esto se manifestó en un empobrecimiento general.

El clero se convierte en la clase dominante no sólo económica sino intelectual y políticamente.

A partir del siglo VII, la relación de los mundos cristiano y mahometano, se mantiene gracias al único contacto —esporádico además— establecido por los mercaderes judíos que comerciaban con las especias y las telas preciosas y por los viajes de algunos diplomáticos europeos a Constantinopla y de algunos peregrinos que iban a Jerusalem a visitar el Santo Sepulcro.

Mientras que en Europa occidental se sucedían las luchas entre emperadores y papas, Asia también era escenario de pugnas y se extendía sobre ella el dominio mongol. Las conquistas mongolas —finalmente— se extendieron sobre la mayor parte de Asia hasta llegar a Europa oriental.

El hombre que se colocó al frente de la unificación de los pueblos dominados por los mongoles fue Temuchi, que en el año de 1206 fue proclamado emperador y se le empezó a llamar Gengis Khan.* Sus excepcionales dotes de jefe organizador lo llevaron a conquistar Asia Central y las regiones orientales del Irán. Los sucesores de Gengis Khan, se apoderaron de China Central y Meridional y en Asia Menor los destacamentos mongoles llegaron hasta el Mar Mediterráneo. En Europa invadieron Hungría, Polonia y Alemania.

Sólo las luchas internas de la nobleza mongol salvaron al resto de Europa de ser invadida y conquistada.

La nobleza mongola sumió a los pueblos sojuzgados en una esclavitud oprobiosa. Regiones enteras, famosas por su riqueza, su cultura y sus avances científicos, fueron devastadas, y esto causó la decadencia de los países orientales y con ello el ocaso de tan brillante desarrollo científico alcanzado a través de un largo período histórico.

2.4 *El impacto científico del Oriente en el mundo cristiano (siglos VIII-XI).*

El impacto científico del Oriente en el mundo cristiano se puede resumir en dos grandes hechos: 1) la transmisión por los árabes de pensamiento griego, indio, chino y persa a través de sus traducciones y obras propias, 2) la puesta en tela de juicio del pensamiento medieval acerca del mundo al que concebían perecedero, destructible y finito, a través de la obra de Averroes.

Averroes, nacido en lo que es actualmente España fue el último gran representante de la filosofía musulmana. Con él alcanzó su cúspide la tradición aristotélica dentro de la filosofía árabe. Sus ideas (y muy principalmente la más discutida de todas: la concepción de la eternidad del mundo, que tuvo gran influencia en Occidente hacia el fin del medioevo) lo convirtieron en uno de los grandes perseguidos de todos los tiempos.

En la época de decadencia de la actividad intelectual árabe, se inició

* Originalmente Chingiz Khan.

la transmisión de las ideas del mundo grecorromano (más particularmente del helénico) a Occidente: primero de una manera indirecta, por los elementos individuales que entraron en contacto con los árabes; después directamente, a través de las relaciones establecidas entre moros y cristianos durante las cruzadas y como resultado del establecimiento de los sarracenos de Sicilia, influencias que desembocaron en una febril actividad traductora. En esa época se puede decir que los puentes culturales por excelencia entre Oriente y Occidente fueron dos: 1) España y 2) Sicilia.

La penetración inicial fue dominada por las ideas del neoplatonismo; la influencia posterior se caracterizó por el dominio del pensamiento aristotélico.

Toda la etapa medieval tuvo como obsesión relacionar las verdades del mundo físico con los valores morales prevaletentes. La penetración árabe dio una nueva concepción del mundo material: ya no prevalecería la idea del micro y el macrocosmos sino la explicación de lo esencial, lo universal (a la manera aristotélica).

Para entonces, la sociedad europea era una sociedad esencialmente rural. La situación social de los individuos se determinaba por la relación particular que mantenía cada uno con la tierra: así, una minoría secular y otra eclesiástica eran las propietarias de la tierra y del conocimiento, y el resto de la población —sierva de la gleba— estaba reducido a la degradación y a la ignorancia.

2.5 *La vida intelectual en Occidente a fines del medievo (siglos XII-XV).*

La última etapa del medievo se caracteriza: 1) por la hegemonía intelectual de una doctrina teológica (la escolástica) y 2) por la falta de producción científica, compensada apenas por una cierta supervivencia del pensamiento científico presente en las enciclopedias que habían sido recopiladas en ese período.

Con la revisión del pensamiento aristotélico se vigorizó la discusión teológica que fue la gran preocupación de los filósofos medievales y, en ella, llegó a prevalecer el método escolástico, versión medieval del método dialéctico del mundo helénico, sistema de pensamiento, juicio y comprobación de acuerdo con las contradicciones y las conciliaciones que, con otras modalidades, continúa vigente en algunas corrientes del pensamiento filosófico actual.

La época escolástica se caracteriza por la labor docente que realizaron los dominicos y los franciscanos en las universidades. Entre los primeros, sobresalieron: Roger Bacon, Alberto Magno y Tomás de Aquino. Y entre los segundos: Alejandro de Hales y Robert Grosseteste. Esta etapa preparó el camino para el advenimiento de la moderna ciencia de la naturaleza.

La obra de estos pensadores es eminentemente teológica; pero, la realizada por Roger Bacon (en su *Enciclopedia*) se debe mencionar

por separado, en ella, la importancia que la experimentación habría de tener para el progreso del conocimiento, así como la ayuda que a la sistematización científica pueden proporcionarles las matemáticas. Su *Obra Mayor* entregada en 1267 al Papa Clemente IV, no fue publicada sino después de quinientos años de redactada, por el temor que sintieron algunos de sus contemporáneos, que llegaron a conocer ese tratado, de que se le acusara de escribir herejías. En efecto, en su época aún no se comprendía la diferencia entre el método experimental —por él utilizado— y la práctica de la magia como superchería. Su libro, de carácter enciclopédico, se basaba en gran parte en citas de Aristóteles, Avicena, Alhazen y Albin. En esta obra demuestra que sabía mucho de óptica y registró en ella los experimentos que había realizado en esa área.

2.6 *A modo de coda*

Al revisar la historia de la ciencia, durante el Imperio Romano y de la Edad Media, resalta el hecho de que la ciencia se debilitó a partir del momento en que el hombre dejó de preocuparse por explicar la naturaleza a través de la observación, y se conformó con la explicación dogmática de los hechos.

En esta etapa, cuando se escindió la iglesia cristiana en varias sectas (nestorianos, nonofisistas, etcétera), éstas revivieron el pensamiento científico, en forma parecida a como cuando el islamismo se escindió en tres centros religiosos, la tolerancia y la libertad que se propició en ellos permitió que floreciera la ciencia.

Parece ser, así, que el dogmatismo y el monopolio del poder resultan desfavorables para la ciencia, y que ésta florece —en cambio— cuando y en donde son posibles la duda, la interrogación y la observación.

3. EL RENACIMIENTO

Al Renacimiento —como cualquier época histórica— no se le puede caracterizar con un solo acontecimiento; tiene que concebirse como un conjunto estructurado y serial de ellos, que conjugados, le dan su sello peculiar.

Este período, temporalmente breve, es —no obstante— de gran importancia como época de transición debido a que en él ocurren cambios en las actividades tradicionales, en el arte, en las formas; a que en él se producen innovaciones técnicas y avances científicos.

Por lo que se refiere a la ciencia, durante el Renacimiento se produjo un hecho que nunca antes había ocurrido: la ciencia se universalizó mientras que, simultáneamente, se producían cambios de mentalidad que sentaron las bases de la llamada "ciencia moderna".

A fines del XII, el feudalismo alcanzó el punto culminante de su expansión económica, logrado por un momento en todos los renglones de la producción que creó un excedente económico. A esta circunstancia se

agregó el impacto de las cruzadas que modificaron los patrones de consumo de la nobleza europea, debido a la introducción de bienes de uso suntuario desconocidos en Europa. Esto permitió —a su vez— la aparición de un grupo de comerciantes en gran escala, quienes empezaron organizando factorías y unidades de producción (para el intercambio mercantil) y que, con el tiempo organizaron villas y municipios que pusieron bajo su control —independientemente del poder feudal—, así como poderosas casas bancarias provistas de “filiales” y corresponsales en diversas ciudades europeas; de esta manera, lograron evadir el espíritu proteccionista y regionalista propio del feudalismo.

Dentro de la sociedad medioeval, los mercaderes empezaron a constituir un nuevo grupo, que no tenía la traba de la tradición. Con la experiencia adquirida en sus actividades y debido a que la administración se hacía cada vez más compleja (con el desarrollo del “urbanismo” y la complejidad de la vida económica), los reyes y los príncipes se empezaron a rodear de toda clase de consejeros, a quienes confiaron empleos que ellos rechazaban por considerarlos indignos de su estirpe, para lo que sólo era digno el ejercicio de las armas. Poco después llegaron a establecerse alianzas de intereses entre los príncipes y la naciente clase capitalista ya que los primeros necesitaban a la segunda para que sus miembros los sirvieran como sus administradores y acreedores y, la segunda necesitaba a los príncipes: primero, como protectores contra el abuso del proteccionismo municipal, una situación derivada del medioevo por la que los gremios reclamaban el monopolio en la producción y venta de sus productos; y segundo, para reprimir las insurrecciones urbanas que dificultaban las operaciones bancarias y la fluidez del comercio.

Con todo esto se teje un andamiaje de relaciones muy peculiares entre los diferentes estratos existentes en la sociedad, tanto en lo político, como en lo económico y lo social.

A mediados del siglo XIV, la burguesía tenía el control político de villas y municipios; además, formaba parte de la burocracia que administraba los bienes de los nobles y gobernantes de las principales ciudades italianas (Venecia, Piza, Ferrara, Perugia, Urbino y Florencia). Estas ciudades-Estado dominaban el comercio de la cuenca del Mediterráneo y eran las únicas de Europa que comerciaban con el Oriente, lo cual les producía inmensos recursos económicos.

Así, la burguesía, en Italia, impuso su espíritu revolucionario de clase emergente, apoyándose en la abundancia de recursos financieros que le proporcionaba el comercio y la expansión de su industria manufacturera y esto hizo posible el florecimiento de nuevas formas de expresión; primero, en el arte (campo en el cual Florencia tuvo un período de esplendor de singular importancia) y, después, no sólo en el arte que encontró nuevos caminos sino también, en la filosofía y la ciencia.

La naciente clase capitalista —formada por comerciantes enriquecidos— fundó academias, y concentró en ellas grupos de artistas a quienes se

encargó de proteger, con el fin de que ellos produjeran las obras que habrían de prestigiar a quien los sostenía económicamente, permitiéndoles introducir un nuevo concepto en el arte que, retornando los cánones estéticos de la Antigüedad Clásica, representaba la realidad. Por este camino, los artistas empezaron a darle primacía al hombre como objeto de estudio, y se fueron relegando a un segundo plano de importancia los problemas teológicos, que hasta entonces habían ocupado el primero.

3.1 *Renacimiento del saber*

Se ha denominado “renacimiento del saber” a los cambios fundamentales de tendencias en el pensamiento, por los que se trató de recuperar el saber antiguo contenido en las obras de los autores clásicos griegos y latinos. Durante esa época, los hombres, al leer a los clásicos y al reflexionar sobre sus lecturas, llegaron a forjar nuevas armas intelectuales con las que perfeccionaron sus propios idiomas e hicieron posible la literatura, la filosofía y las ciencias modernas.

Este redescubrimiento de los clásicos se vio favorecido con el advenimiento de la imprenta; ésta permitió la reproducción, no sólo de las obras del siglo xv, sino también de libros de índole religiosa, tratados de medicina medieval y escritos de la antigüedad clásica. De todas las obras antiguas de carácter científico, las que más se publicaron en el Renacimiento fueron las de medicina, lo que se explica si se toma en cuenta que esa fue la época en que las pestes assolaban a Europa y en la que se consideraban por encima de las otras una práctica y unos conocimientos que eran importantes para la sobrevivencia del hombre.

En el siglo xv se generalizó el descontento frente al esquema científico medioeval (consistente en la aceptación dogmática de una concepción del mundo regida por el pensamiento de la Iglesia). Nicolás de Cusa —sacerdote— es el precursor de esta corriente pues: 1) aspiró a encontrar una base filosófica al método experimental, 2) realizó el primer experimento biológico de los tiempos modernos, 3) escribió un libro sobre la balanza en la experimentación física, 4) esbozó infinidad de investigaciones y 5) asentó muchas ideas que se desarrollaron posteriormente.

3.11 *El cultivo de las artes y la inquietud científica*

El renacimiento literario y artístico influyó en el renacimiento científico ya que los artistas que buscaron plasmar la realidad, antes de pintar sus obras, estudiaron directamente la naturaleza, con lo que, muchos de ellos llegaron a ser no sólo artistas, sino también científicos. La contribución científica aportada por los “artistas-técnicos”* fue muy importante para su época, como ocurrió con Leonardo da Vinci, hijo natural

* Mieli, *Histoire des Sciences dans l'antiquité*.

de un comerciante (1452-1519), artista a quien puede considerarse como digno representante de esta tendencia, ya que con sus observaciones logró abarcar todo el campo de la ciencia, según se puede ver en sus apuntes. En su tiempo, a Da Vinci no se le comprendió pues se apreciaban más aquellas innovaciones suyas que tenían una aplicación inmediata o una utilidad práctica (como, por ejemplo, en la navegación, el uso del sextante y la cartografía) que aquellas observaciones suyas, no aplicables inmediatamente, que ampliaron los horizontes del conocimiento.

A Da Vinci se le juzgaba, en su época, como pintor y no como hombre de ciencia y en cuanto a tal, se le consideraba lento y poco productivo. Su verdadera obra está en sus apuntes, en los que se encuentran los bosquejos y modelos de infinidad de “aparatos modernos” (de la máquina voladora, de los proyectos de helicópteros, de los paracaídas, de los cañones, etcétera). Fue un gran observador, y su interés por la naturaleza lo condujo a realizar verdaderos estudios científicos, buscando siempre la razón de las cosas y su funcionamiento. Así por ejemplo, se interesaba por los problemas concernientes al vuelo y, analizó la actividad de las aves —sobre todo el funcionamiento de las alas—; hacía dibujos de las mismas y dejó esquemas precisos de la estructura del ala de un ave, las plumas que las componen y de la forma en que pasa el aire bajo ellas.

Aun cuando ha sido Leonardo quien ha pasado a la posteridad por su erudición, varios contemporáneos suyos también fueron artistas versátiles y profundos en sus observaciones; entre ellos se encuentra Alberto Dureró (1493-1531) —hijo de noble, médico y alquimista—, quien recopiló sus observaciones clínicas en su obra *Paramirum*, y cuyos escritos —no obstante ser poco claros— son considerados como los de un precursor de la química moderna.

3.12 *Las necesidades concretas y los avances científicos*

Aunque menos versátil que los anteriores, también es muy importante el llamado “padre de la mineralogía”, George Agrícola (1490-1555) quien en su obra *Acerca de los metales*, resumió el conocimiento que tenía su época sobre la metalurgia con base en su propia experiencia, escribiendo e ilustrando la técnica minera, y quien también escribió sobre geografía física.

Estos avances logrados en las diferentes disciplinas se pueden explicar si se tiene en cuenta el contexto social que prevalecía, y el que los “científicos” provinieran de diferentes estratos privilegiados dentro de la sociedad. Así, por ejemplo: Leonardo desarrolló el cañón de largo alcance, pues en ese momento existía la necesidad de proteger las ciudades, debido a las guerras, y Agrícola profundizó en el conocimiento de los metales por la afluencia de los que provenían de América así como por la necesidad de acuñar monedas en grandes cantidades. Al igual que éstos, muchos otros “científicos” desarrollaron nuevos descubrimientos, e hicieron

avanzar a las ciencias para responder: 1) a necesidades concretas y 2) como consecuencia de la evolución propia del estudio realizado.

A este desarrollo contribuyeron también:

1) La invención de la imprenta con tipos móviles, 2) la contribución científica aportada por los "artistas-técnicos", 3) los grandes viajes marítimos y 4) los descubrimientos de los siglos xv y xvi.

El espíritu de observación ejercido durante los viajes marítimos (de los siglos xv y xvi) impulsaron la botánica y sus aplicaciones en medicina, a través de las curaciones a base de medicamentos de origen vegetal, y esto, a su vez, estimuló la edición de muchos libros de botánica.

En el campo de la anatomía se suprimió al "demonstrator", persona que estaba en contacto con los cuerpos humanos que servían de estudio y que mediatizaba el contacto del estudiante. El contacto directo que Vesalio (1514-1564) introdujo lo expresa diciendo que "hay que meter las manos en la masa".

En el campo de la astronomía, fue Nicolás Copérnico (1473-1543) quien revolucionó definitivamente la concepción del Universo, ya que no colocaba en el centro del mismo al planeta Tierra (conforme a la concepción que subsistía desde tiempos de Ptolomeo y que aceptaban totalmente los teólogos católicos), sino al sol. Sin embargo, hay que considerar que su teoría no se divulgó sino hasta dos siglos después de su muerte.

El sistema propuesto por él ni era perfecto ni exacto y tenía algunos errores matemáticos y astronómicos que corrigieron posteriormente científicos continuadores de su obra, como Giordano Bruno, y Tycho Brahe, y que perfeccionaron Kepler, Laplace y Einstein, y —por otra parte— hay que considerar que el mismo no se difundió sino hasta que habían transcurrido ya dos siglos de su muerte.

Con los viajes siderales realizados últimamente (siglo xx) se han puesto en duda algunos postulados secundarios del mismo Einstein y esto confirma que en materia científica nada hay definitivo, que ciertas nociones se aceptan a título provisional y que, más tarde se las desecha si no se las puede comprobar.

3.2 *Expansión del Renacimiento en Europa*

No obstante que ya se habían consolidado las principales lenguas vernáculas en los diferentes países europeos, los humanistas que daban cátedra en las universidades italianas, también impartían sus conocimientos en otras del continente europeo haciendo uso del latín como lengua estándar culta. A través de ella como lengua común, de la creación de "clubs literarios" y de las "lecturas públicas", muchos hombres brillantes pudieron exponer sus conocimientos, y éstos llegaron a propagarse por Europa. Así fue como se propagaron las ideas del Renacimiento italiano primero a Francia, después a los Países Bajos, a Inglaterra, a

Alemania y a España (país en donde no prosperó, por razones propias). Este fenómeno —por otra parte— puede considerarse, en cierto modo, como antecedente y paralelo de enciclopedismo francés del siglo XVIII.

El Renacimiento encontró un terreno abonado por ciertas condiciones sociales favorables a su germinación, como el crecimiento de un grupo social con ingresos monetarios más altos, debido al comercio de bienes de uso suntuario con España, que disponía de los recursos minerales extraídos de sus flamantes colonias del Nuevo Mundo, ya que esto llevó a los países europeos a aumentar sus plantas industriales y mejorar sus técnicas, para cubrir una demanda creciente de artículos que España no podía producir, por haber expulsado de sus dominios a los árabes y a los judíos que constituían la parte más dinámica de su población económica.

Así encontramos que, mientras los países europeos como Francia, los Países Bajos, Inglaterra y Alemania, fomentaban las artes y los oficios obedeciendo a una nueva dirección dictada por las necesidades económicas y creaban un clima propicio al desarrollo del espíritu, ávido de encontrar nuevos rumbos al pensamiento, España, se encerraba en la concepción feudal, ahogando los brotes de un desarrollo capitalista que, en ese momento, estaba favoreciendo el desarrollo de la ciencia.

3.3 *Impacto del Renacimiento en la Nueva España*

La Conquista de México, por los españoles en 1521, está situada cronológicamente en la etapa de mayor esplendor del Renacimiento en Italia. Hacia esa fecha, las rutas comerciales se habían desplazado del Mar Mediterráneo al Océano Atlántico, como una consecuencia del descubrimiento de América y a raíz de esto, Europa había iniciado su expansión económica, siendo los países más adelantados y favorecidos por la exploración y el descubrimiento España y Portugal. En estos países (más en España) apuntó de manera efímera el germen del capitalismo y, en consecuencia, el descubrimiento de América fue una empresa eminentemente mercantil, tanto por sus orígenes —la búsqueda de nuevas rutas comerciales—, como por los medios de que dispuso —los préstamos de banqueros y mercaderes.

En España el Renacimiento logró filtrarse sólo gracias a los contactos entre el clero español (guiado por el Cardenal Cisneros, Primado de España) y la Corte del Papa Alejandro VI, así como por los de los mercaderes españoles e italianos. El Cardenal Cisneros “liberalizó” al clero español, dándole acceso a la información de pensadores del Renacimiento, entre quienes destacaba Erasmo de Rotherdam, quien proponía entre otras muchas cosas, algunas más importantes que ésta —el regreso a la iglesia primitiva de acuerdo con una concepción que se resume en su frase: “El pastor debe convivir con sus ovejas”.

La forma de evangelizar —conviviendo con los pueblos sometidos—

dio como fruto muchas e importantes investigaciones que se realizaron en este período y que contribuyeron al avance de la medicina, y la etnología y la historia, gracias a la actividad de autores como, Sahagún, Badiano, Martín de la Cruz, Motolinía, y otros como ellos que, si bien las hicieron para afianzar la conquista también las practicaron impregnados del espíritu renacentista que pugnaba por hacer del hombre centro y objeto de todo estudio.

Otro pensador del Renacimiento que ejerció gran influencia en la Nueva España fue Tomás Moro. Su "Utopía" inspiró a Vasco de Quiroga en la creación de los "Hospitales" que estableció principalmente entre los tarascos de Michoacán, en los que se vivía en comunidad, produciendo lo necesario para todos los miembros e intercambiando los excedentes con las otras comunidades del mismo tipo.

Los esfuerzos que desplegaron los humanistas de la Nueva España encontraron la resistencia de los encomenderos; posteriormente, con el triunfo definitivo de lo más reaccionario de la nobleza feudal española se fueron cegando paulatinamente los centros educativos (como el de Santa Cruz de Tlaltelolco) hasta que desaparecieron definitivamente a fines del siglo xvi.

3.4 Conclusiones

El regreso a los clásicos del que se habla en el Renacimiento consiste —más que nada— en la preocupación del hombre; 1) por observar la naturaleza y 2) por deshechar los dogmas como evidencia. Este regreso a los clásicos se ve favorecido con el cambio social ocurrido en esta época, en el que la Iglesia y la nobleza empiezan a perder el monopolio del poder —que hasta entonces ha significado también monopolio intelectual— y la emergente "clase capitalista" comienza a imponer sus ideas.

En el Renacimiento se da a los problemas teológicos menor importancia; se inicia el descontento en cuanto a la concepción dogmática del mundo y se proclama por la comprobación experimental de todo lo que se estudia.

En este período se fomenta el cultivo de las artes y los oficios; se extiende el conocimiento a estratos más amplios de la población, debido a la abundancia de recursos financieros lograda por el comercio; con lo que se ocupa a la mano de obra liberada de las tareas agrícolas, en nuevas actividades, tales como la administración y las manufacturas para usos comerciales y suntuarios; y posteriormente se da un intercambio de conocimientos —no conocido hasta entonces— entre los sabios de la época y los Maestros y artesanos. Otro factor importante en la expansión del conocimiento es el lenguaje. La apropiación del latín como lengua común en el estudio e intercambio científico entre la "élite intelectual" y el uso de lenguas vernáculas —sobre todo a nivel oral— en los "clubes literarios" que se propagaron por Europa.

Lo anterior obedece a la nueva dirección dictada por la actitud prevalente: rebelde, mercantilista y realista. Esta situación permite al espíritu ávido de encontrar nuevos rumbos al pensamiento la oportunidad de desarrollarse libremente.

Se ha visto a través de la historia que el hombre una vez que ha cubierto sus necesidades primarias (alimentación, vestido, habitación) se da a la tarea de desarrollar formas más complejas de satisfacerlas; y a descubrir necesidades secundarias. Esto se reafirma en el Renacimiento, con el desarrollo capitalista que trae consigo un auge económico, permitiendo que el hombre de esa época dedique más tiempo al mejoramiento de los artículos con que cuenta y a la creación de otros; al florecimiento de las artes y al desarrollo de la ciencia; desarrollo que a partir de entonces no se ha visto perturbado, ya que la clase que lo impulsó se ha afirmado en el poder.

-
- ¹ O.U.V. *Causación Social y Vida Internacional*, p. 35.
 - ² Gortari, Eli de: *Iniciación a la Lógica*, p. 14.
 - ³ O.U.V. "Notas sobre la Sociolingüística". En: *La Sociolingüística Actual*, p. 27.
 - ⁴ Wilhelm Szilasi: *Op. Cit.*, pp. 28-29.
 - ⁵ Ernest Cassirer: *El problema del conocimiento en la filosofía y en las ciencias modernas*, p. 15.
 - ⁶ Singer, pp. 19-20.
 - ⁷ *Autobiografía de la Ciencia*. p. 6.
 - ⁸ *Enciclopedia Universal Ilustrada. Europeo Americana*. Ed. Espasa-Calpe, S. A., Madrid, 1958. Tomo III, p. 35.

B I B L I O G R A F Í A

- ¹ *A General History of the Sciences*. Editor Rene Taton. The Beginnings of Modern Science. Thames and Hudson, London, 1964.
- ² Babini: *Historia Sucinta de la Ciencia*. Espasa Calpe, Buenos Aires. México, 1951.
- ⁵ Bernal, J. D.: "La ciencia y la sociedad en Oriente y Occidente" en *La Ciencia en la Ciencia*. Ed. Grijalvo. 1968.
- ⁴ Bernal, John D.: *La Ciencia en la Historia*. UNAM. México, 1972.
- ⁵ Bernal, J. D.: *Historia Social de la Ciencia*. Vol. I. Ed. Península. Barcelona, 1972.
- ⁶ Benítez, Fernando: *Los Primeros Mexicanos*. Ed. Era, S. A. México, 1972.
- ⁷ Cassirer, Ernest: *El Problema del Conocimiento en la Filosofía y en las Ciencias Modernas*. Fondo de Cultura Económica, México, 1948.
- ⁸ Childe V., Gordon: *¿Qué Sucedió en la Historia?* Ed. Pléyade. Buenos Aires, 1969.
- ⁹ Cue Canovas Agustín: *Historia Social y Económica de México*. Ed. Trillas, México, 1972.

- 10 Declareuil, J.: *Roma y la Organización del Derecho*. Ed. U.T.E.H.A.
- 11 Engels, Federico: *El Origen de la Familia, la Propiedad Privada y el Estado*. Ed. Progreso. Moscú, 1970.
- 12 Forest Ray Moulton y Justin J. Schiffers: *Autobiografía de la Ciencia*. Fondo de Cultura Económica. México-Buenos Aires, 1947.
- 13 Gastón García Cantú: *Antología*. Textos de Historia Universal. UNAM, México, 1971.
- 14 Gibbon, E.: *The decline and fall of the Roman Empire*. Chatto and Windes, London, 1960.
- 15 Gortari, Eli de: *Iniciación a la Lógica*. Ed. Grijalvo. México, 1970.
- 16 Kominsky, E. A.: *Historia de la Edad Media*. Ed. Futuro. México, 1960.
- 17 Lot, F.: *El Fin del Mundo Antiguo y el Comienzo de la Edad Media*. Ed. U.T.E.H.A.
- 18 Mielli, A.: *Histoire des Sciens dans l'antiquité*. París, 1935.
- 19 Miranda, José: *Vida Colonial y Albores de la Independencia*. SEP-SETENTAS, 1972. México.
- 20 Multon y Schiffers: *Autobiografía de la Ciencia*. Fondo de Cultura Económica. México, 1947.
- 21 Pirenne, Henry: *Historia Económica y Social de la Edad Media*. Fondo de Cultura Económica. México, Ediciones 1939 y 1970.
- 22 Robin, L.: *El Pensamiento Griego y los Orígenes del Espíritu Científico*. Ed. UTEHA.
- 23 Roll, Eric: *Historia de las Doctrinas Económicas*. Fondo de Cultura Económica. México, 1969.
- 24 Sarton, G.: *Ciencia Antigua y Civilización Moderna*. Fondo de Cultura Económica. México, 1960.
- 25 Singer, Charles: *Breve Historia de las Ideas Científicas*. Fondo de Cultura Económica. México, 1945.
- 26 Tachi, Andrea: *Panorami Italiani*. Ed. Didattica Internazionale, S.r.l. Milano, 1969.
- 27 Uribe Villegas Oscar: *Causación Social y Vida Internacional*. UNAM, México, 1958.
- 28 U.T.E.H.A.: *Diccionario Enciclopédico*, Tomo VIII. México, 1965.