

La investigación a través de los tiempos

Documento de Investigación No. 65

Ivarth Palacio Salazar

Asignatura “Métodos de Investigación Científica”,
grupo 3 del 2009-II

Centro de Estudios Empresariales para la Perdurabilidad – CEEP
Grupo de Investigación en Perdurabilidad Empresarial
Línea de Investigación en Internacionalización de la Empresa – LIIE

Universidad del Rosario
Facultad de Administración
Editorial Universidad del Rosario
Bogotá D.C.
Mayo 2010

Palacio Salazar, Ivarth

La investigación a través de los tiempos / Ivarth Palacio Salazar. —Facultad de Administración, Centro de Estudios Empresariales para la Perdurabilidad Empresarial, grupo de estudiantes del curso “Métodos de Investigación Científica” grupo 3 del 2009-II. Bogotá: Editorial Universidad del Rosario, 2010.

72 p.—(Documento de Investigación; 65).

ISSN: 0124-8219

Ciencia – investigaciones / Investigación científica / Investigación y desarrollo / Método de observación en ciencia / Metodología científica / I. Título / II. Serie.

001.4 SCDD 20

Ivarth Palacio Salazar
Estudiantes del curso sobre “Métodos de Investigación Científica”, Grupo 3 del 2009-II

Corrección de estilo
María José Díaz Granados

Diagramación
Precolombi EU-David Reyes

Editorial Universidad del Rosario
<http://editorial.urosario.edu.co>

ISSN: 0124-8219

* Las opiniones de los artículos sólo comprometen a los autores y en ningún caso a la Universidad del Rosario. No se permite la reproducción total ni parcial sin la autorización de los autores.
Todos los derechos reservados.

Primera edición: mayo de 2010
Impresión:
Impreso y hecho en Colombia
Printed and made in Colombia

Estudiantes que participaron:

Andrés Felipe Ardila Amaya
Michael Fernando Barón Infante
Jessy Tatiana Botero Giraldo
Andrés Esteban Camargo Fajardo
Felipe Armando Céspedes Molina
Camila Andrea Fonseca Torrijos
Camila Andrea Gil Díaz
María Paola González de León
Sebastián García Pérez
Jaime Eduardo Jerez Carreño
Ana Elena Martínez Felisola
Paola Andrea Moreno Castañeda
Iván Mauricio Ortiz Revelo
Jhon Jairo Quintero Montenegro
Luis Eduardo Segura Zambrano
María Camila Soto Luna



Contenido

Capítulo I. Desarrollo de la ciencia

1. Introducción	7
2. Significado de ciencia	8
3. Concepto de epistemología	8
3.1. Clases o categorías de epistemología.....	9
4. Debatir y contraargumentar.....	9
5. Diferencias entre técnica y ciencia	10
6. Diferencia entre ciencia y tecnología.....	10
7. Grandes civilizaciones de la antigüedad y sus aportes a la ciencia.....	11
7.1. Los sumerios	11
7.2. Los babilonios	13
7.3. Los mesopotamios	13
7.4. Grecia y sus aportes a la ciencia	15
7.4.1 Agricultura	16
7.4.2. Arte	18
7.4.3. Filosofía.....	19
7.4.4. Literatura	20
7.4.5. Matemática y Astronomía.....	21
7.4.6. Medicina.....	22
7.5. Egipto y sus aportes a la ciencia	23
7.5.1. La ciencia en el antiguo Egipto.....	25
7.6. Civilizaciones antiguas que habitaron las Américas.....	27
7.6.1. Los Aztecas	27
7.6.2. Los Mayas.....	32
7.6.3. Los Incas	36
8.6.4. Los Olmecas.....	39
7.6.5. Los Chibchas.....	41

Capítulo II. Breve historia del método científico

1. Filósofos y científicos que dejaron huella y que existieron antes de Cristo	45
1.1. Tales de Mileto	45
1.2. Pitágoras de Samos (aproximadamente 582-507 a. C.).....	46
1.3. Demócrito de Abdera (460-370 a. C.)	47

1.4. Sócrates	49
1.5. Platón	51
1.6. Aristóteles (384-322 a. C.)	54
1.7. Arquímedes (287-212 a. C.)	55
2. Filósofos y científicos que dejaron huella y que existieron	
después de Cristo	55
2.1. Nicolás Copérnico (1473-1543)	56
2.2. Roger Bacon (1214-1294)	57
2.3. René Descartes (1596-1650)	58
2.4. Galileo Galilei (1564-1642)	60
2.4.1. Aportes	62
2.4.2. El método científico y Galileo	63
2.5. Isaac Newton (1643-1727)	64
2.6. Johannes Kepler y sus tres leyes (1571-1630)	65
3. Características generales del método científico (MC)	66
4. Resumen de las etapas generales del método científico (MC)	67
Referencias.....	69

Capítulo I. Desarrollo de la ciencia

1. Introducción

Este documento, trabajado con los alumnos del curso de “Métodos de Investigación Científica”, de la Facultad de Administración de la Universidad del Rosario, está dividido en dos capítulos: en el primero se hará un breve recorrido por la historia en el que se presentarán los avances que lograron las diferentes civilizaciones iniciando con la sumeria, la babilonia y la mesopotamia, que existieron hace unos 3.550 años antes de Cristo, pasando por otras civilizaciones que existieron en los territorios que hoy se conocen como el continente asiático, el europeo y el americano. Esta parte es incompleta en su estricto sentido, toda vez que el propósito es el de dar una mirada a la manera como la ciencia se fue construyendo en capas en el sentido de que la nueva no tapa para nada la anterior sino que se nutre de ella para producir nueva ciencia y conocimiento, y con ellas facilitar la vida de las nuevas generaciones.

En el segundo se resaltan algunos nombres de quienes con sus ideas o descubrimientos hicieron aportes fundamentales en el desarrollo del conocimiento y la ciencia, aclarando que se dejan por fuera infinidad de nombres y personajes cuyos aportes fueron o son de capital importancia para los desarrollos actuales y futuros de la humanidad. Este capítulo termina con las características generales del método científico y un resumen del mismo.

Se hace un reconocimiento a los estudiantes del curso de Métodos de Investigación Científica del segundo semestre del 2009 de la Facultad de Administración del Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario, quienes en una forma juiciosa, y bajo la orientación y revisión del profesor, hicieron un trabajo importante en la biblioteca de la Universidad, y en varios buscadores como Wikipedia y Google, de aspectos como las épocas en que existieron algunas civilizaciones, lugares en donde se ubicaron y, fundamentalmente, cuáles fueron sus principales aportes a la humanidad; lo mismo hicieron con los personajes que se presentan. En seguimiento a lo anterior, y para evitar que se tilde de plagio, se deja expresa constancia de que en términos generales lo que se presenta en este documento es una recopilación organizada de civilizaciones, eventos, hechos, personajes y fechas históricas que marcaron un camino en lo que tiene que ver con el desarrollo de la ciencia y el conoci-

miento en los últimos 5.500 años, y que los autores no pretenden arrogarse (y excusen la redundancia) la autoría de algo que no les pertenece.

2. Significado de ciencia

Existen varias definiciones relacionadas con el concepto de ciencia (del latín *scientia*, “conocimiento”), una de las cuales es:

Conocimiento sistematizado, elaborado mediante observaciones, razonamientos y pruebas metódicamente organizadas. La ciencia utiliza diferentes métodos y técnicas para la adquisición y organización de conocimiento sobre la estructura de un conjunto de hechos objetivos y accesibles a varios observadores. La aplicación de esos métodos y conocimientos conduce a la generación de más conocimiento objetivo en forma de predicciones concretas, cuantitativas y comprobables referidas a hechos observables pasados, presentes y futuros. Con frecuencia esas predicciones pueden formularse y estructurarse como reglas o leyes universales, que dan cuenta del comportamiento de un sistema que predice cómo actuará dicho sistema en determinadas circunstancias.

3. Concepto de epistemología

Para Piaget, citado por Bernal, la lógica, la metodología y la teoría del conocimiento, o epistemología, constituyen tres ramas importantes en el campo del saber científico.

La lógica es el estudio de las condiciones formales de la verdad en el campo de las ciencias.

La metodología la conforman los procedimientos generales de investigación que describen las características adoptadas en el proceso general del conocimiento científico y las etapas en que se divide dicho proceso.

La epistemología, como sinónimo de la filosofía de la ciencia, de acuerdo con Bunge, citado por Bernal, “es la reflexión crítica sobre la investigación

científica y su producto, el conocimiento; en otras palabras, es la ciencia de la ciencia”.¹

3.1. Clases o categorías de epistemología

Para Piaget existen tres clases de epistemología, a saber:

Metacientíficas: son las que parten de una reflexión sobre las ciencias y tienden a prolongarla en una teoría general del conocimiento.

Paracientíficas: son las que, apoyándose en una crítica de las ciencias, procuran alcanzar un modo de conocimiento distinto al conocimiento científico.

Científicas: son las que permanecen en el interior de una reflexión sobre las ciencias.

4. Debatir y contraargumentar

En aquellos aspectos en que el autor discrepa de otros reconocidos autores lo dirá, y expresará su punto de vista para que se abra la discusión, por ejemplo: Bernal, en su libro *Metodología de la investigación para administración y economía*,² hace una cita de Peter Druker³ en la que éste afirma:

Que no existen países desarrollados, ni países subdesarrollados sino simplemente países que saben administrar los recursos y tecnologías disponibles y potenciales, y países que todavía no saben administrarlos; [...] En otros términos, existen países bien administrados y países subadministrados, y, por ello, son estos últimos los que padecen los más graves problemas económicos, políticos, sociales y culturales, los cuales necesariamente se ven reflejados en bajos índices de calidad de vida de sus habitantes.

Esta afirmación, viniendo de un personaje como Peter Druker, lo deja a uno abismado, pues la evidencia empírica muestra lo contrario. No pueden

¹ Bernal Torres, César Augusto, *Metodología de la investigación para administración y economía*. Bogotá, Pearson Educación de Colombia, 2000, p. 6.

² Bernal Torres, ob. cit., p. 6.

³ Druker, Peter, El nuevo cambio de la productividad, *Harvard Business Review*, noviembre-diciembre de 1995. En *Oficina eficiente*, Edimedios, enero-febrero de 1996.

colocarse sobre la misma mesa países que como los Estados Unidos —para tomarlo como ejemplo—, que contribuye con más de la cuarta parte del PIB mundial (26% en el 2008), un tanto por debajo de la contribución de los 27 países que conforman la Unión Europea (que en el 2008 participaron con el 31%),⁴ con países como Colombia que participa con la quinta parte del 1% del PIB, y de allí para abajo hay decenas de países como Haití, Nicaragua, Bolivia, los sursaharianos en el continente africano, entre otros, cuyas contribuciones son ínfimas en términos relativos.

Ahora, en cuanto a la dotación de recursos tampoco hay comparaciones: las disponibilidades de nitrógeno, fósforo y potasio de los Estados Unidos —pensando en el desarrollo agropecuario— son de una magnitud que ampliamente superan a las de la mayoría de los países del mundo, y comparables solo con la antigua Unión Soviética. Otros recursos como agua (excepto California y los desiertos como el Valle de la Muerte), petróleo, platino, son inmensamente superiores a los de todos los países denominados subdesarrollados; en fin, lo que se trata de explicar aquí es que con gran respeto hacia los diferentes autores, cuando exista un desacuerdo se dirá y se hará la debida argumentación.

5. Diferencias entre técnica y ciencia

La palabra “técnica” viene del griego *Tekhnikos*, que significa hacer, fabricar; y ésta, a su vez, viene de *Tekhnê*, que significa arte, oficio, saber práctico.

La técnica es un conocimiento práctico que permite construir algo.

6. Diferencia entre ciencia y tecnología⁵

La palabra “ciencia” viene del latín *scientia*, *sciens*, *scientis*, derivado de *scire*, que significa “saber”.

⁴ Fondo Monetario Internacional, *Annual Report*, 2007.

⁵ *Ibid.*

Ciencia: sistema de conocimientos con un objeto y método determinados.

Ciencia: conocimiento exacto y razonado sobre objetos determinados.

Conjunto de conocimientos humanos sobre la naturaleza.

7. Grandes civilizaciones de la antigüedad y sus aportes a la ciencia

La ciencia moderna tiene sus orígenes en civilizaciones antiguas, como la sumeria, babilónica, mesopotámica, la china y la egipcia. Sin embargo, fueron los griegos los que dejaron más escritos científicos en la antigüedad. Tanto en las culturas orientales como en las precolombinas las ideas científicas fueron evolucionando y generando mayor conocimiento para beneficio de las civilizaciones futuras, y por ello en los siguientes párrafos se van a presentar una serie de eventos que registran cómo ha sido el proceso de acumulación de conocimiento hasta llegar a los adelantos que se conocen en la actualidad, que en muchos campos son asombrosos aunque la cotidianidad y su utilización no permitan percibirlo así.

7.1. Los sumerios

Según Bosch Gimpera (1970) esta civilización es la más antigua de que se tiene conocimiento. Fueron los primeros instalados en la baja Mesopotamia e incluso Asiria, estos territorios son los que hoy se conocen como el sur de Irak, entre los ríos Tigris y Éufrates, y se cree que habitaron entre los años 4.500 y 3.650 a. C.

La ciencia sumeria era puramente empírica, es decir, basada en la experiencia, en la que el ensayo y el error, sumados a la paciencia, eran lo fundamental, y la justificación religiosa o mágica era la única explicación válida.

La existencia del agua fue primordial para la aparición de la agricultura, así mismo, la ausencia de materias primas como piedras, metales y madera, provocó la necesidad del comercio y la búsqueda de otros materiales en otros lugares. Los sumerios, al asentarse en la región, construyeron una red de canales que aumentaron la superficie de cultivo y posibilitaron el desarrollo de

la civilización.⁶ Como consecuencia también del desarrollo de la agricultura, se dio el establecimiento de un sistema de cálculo del tiempo (calendario) a partir de meses lunares, y el desarrollo del cálculo matemático en general con un sistema sexagesimal, debido a las necesidades para el control administrativo de los templos y palacios, así como para calcular superficies y volúmenes, utilizando la geometría.⁷

La sumeria se convirtió en la lengua escrita más antigua, la cual se extendió rápidamente por toda Mesopotamia. Debó empezarse por usar signos pictográficos que representasen el objeto real, pasando poco a poco a agruparlos según un sistema en el que cada uno de ellos adquiere un significado convencional; pronto se usaron las pictografías convirtiéndose en aplicación a las múltiples finalidades de la vida diaria (contratos, cartas, documentos privados de toda clase) a medida que el comercio se desarrollaba. Esta escritura recibe el nombre de cuneiforme debido a que sus caracteres se grababan con la punta de una caña en forma de cuña sobre tablillas de barro. Fruto del mismo carácter es el desarrollo del derecho, que todo lo regula: actos de la vida de familia, comercio, industria, salarios, precios, ejercicio de las profesiones, etc. Las penalidades tienen un carácter de reparación o de estricta correspondencia entre el daño causado y la pena correspondiente. De aquí la frecuente regulación del derecho en Mesopotamia, que empieza muy pronto dentro de la primera época sumeria, y a la que contribuyen en general todos los grandes reyes, hasta formar el cuerpo de la doctrina jurídica que es el modelo, para el derecho, de todos los pueblos de Oriente.⁸

Se debe reconocer la contribución que esta civilización dejó a la humanidad y a la ciencia. Sus principales aportes están en la arquitectura con las primeras construcciones de ladrillos; en la política, con la organización de las primeras ciudades-Estados; en la economía; en los adelantos en técnicas agrícolas y riego artificial; en las ciencias con la creación de la escritura cuneiforme; el desarrollo de la astrología, los horóscopos, semana de siete días; el sistema sexagesimal, y, en la vida social, la codificación de las leyes en el Código de Hamurabi

⁶ Historiaantigua.es. Ciencia y arte sumerios. En <http://www.historiaantigua.es/sumer/ciencia%20y%20arte/cienciayartesumerios.html>

⁷ Ibid., p. 306.

⁸ I Astromia.com. Astronomía en Babilonia. En <http://www.astromia.com/historia/astrobabilonia.htm>bid

7.2. Los babilonios

Esta civilización siguió a los sumerios, se asentó en la media y baja Mesopotamia. Hizo grandes aportes a la Astronomía y a la Medicina, la primera iniciada por el interés del hombre de darle significado y organización a los eventos que surgían alrededor de él, fue así como la constante observación de estos fenómenos dio paso al entendimiento de los ciclos o periodos que acontecían entorno de él, lo que proporcionó la creación del calendario lunar, la división del día en horas, minutos y segundos; la demostración del movimiento de los cuerpos celestes, la velocidad de ellos y el nombramiento de las constelaciones constituidas por las estrellas más brillantes.

La segunda fue el aporte a la Medicina la cual se ejerció por un método mágico-religioso, pues se creía que los dioses eran quienes causaban y sanaban las enfermedades y que esto ocurría como castigo a los pecados que cometían los hombres. Los babilonios hicieron aportes en el estudio de algunos órganos internos, así como las primeras descripciones de enfermedades como la tos, las hemorragias, la diarrea y la fiebre; inventaron la cirugía como método para curación de heridas o fracturas óseas, para estos eventos era importante tener amuletos, hacer sacrificios animales y exorcismos. Para la Medicina también existían leyes en el código de Hammurabi en donde se explicaba que a la persona que ejerciera ese trabajo se le aplicaba justicia dependiendo su honor o castigo por lo que había hecho.⁹

Otro aporte importante hecho por esta cultura fue la creación de la rueda que dio un avance increíble en el transporte de mercancías, también la formación del sistema de mediciones (longitud, masa, volumen, área) que dio inicio a la geometría y a la matemática con ecuaciones, que ayudó primeramente al manejo de la economía de la civilización.¹⁰

7.3. Los mesopotamios

La Mesopotamia es uno de los territorios más importantes de la historia antigua, su nombre tiene como significado “Región entre ríos”, en razón a

⁹ Historia de la Medicina. “Medicina en Mesopotamia”. En <http://historiadelamedicinaunerg.blogspot.com/2007/06/medicina-en-mesopotamia.html> [Recuperado el 16 de agosto de 2009].

¹⁰ Universidad del Cauca, “Medicina en Mesopotamia”. En http://www.unicauca.edu.co/aida/articulos/2008/7/27/Comunidad/Divulgacion/Historia_de_la_Astronomia/Astronomia-en-Mesopotamia/ [Recuperado el 16 de agosto del 2009]

su ubicación entre los ríos Tigris y Eufrates, esta situación geográfica y sus cambios climáticos le permitieron a la población desarrollar habilidades en la agricultura y valerse de esta para el sostenimiento de su economía.¹¹

Esta civilización hizo progresos notables en el arte de la escultura, caracterizada por el interés de plasmar en estas las hazañas, guerras o eventos religiosos, también estatuas de personajes de poder como reyes, dioses o altos funcionarios, las cuales eran vistas como réplicas de la realidad a las que se les hacía reverencia por el significado de poder y de fe que tenían, estas son identificadas por la posición de sus manos que en la mayoría de los casos se encuentran cruzadas sobre el pecho, también son admiradas por su elegancia y por su aparente religiosidad. Para la creación de estas esculturas los mesopotámicos emplearon: basalto, arenisca, diorita y alabastro.¹²

El trabajo de los metales fue una de las artes más destacadas de esta civilización, por una parte, por el comercio de estos, por otra, por la experiencia del manejo en aleación de: cobre, bronce, oro y plata lo cual le permitió el desarrollo de procesos para la creación de piedras semipreciosas, del vidriado que servía como soporte cerámico y el avance de la técnica llamada metalurgia la cual se encarga de la obtención de metales desde minerales metálicos y no metálicos. A partir de la aleación y el comercio de metales se inició también la etapa de la banca en Mesopotamia pues se creó la primera moneda llamada shekel constituida a base de plata.¹³

La etapa de la aleación de los metales fue posible gracias a la obtención de derivados del petróleo como el betún y el asfalto los cuales se encontraban en la superficie de este territorio y se usaron además como material para construcción, para cimentar y moldear, para la creación de pinturas y pigmentos, y también para la producción de maquillaje.¹⁴

¹¹ Anónimo. Mesopotamia: genios de la Antigüedad. En <http://www.proyectosalohogar.com/Tecnologia/Mesopotamia.htm> [Recuperado el 16 de agosto de 2009].

¹² Más allá de Mesopotamia. Escultura en Mesopotamia. En <http://www.solociencia.com/arqueologia/07090703.htm> [Recuperado el 16 de agosto de 2009].

¹³ Anónimo. Una civilización repentina. En <http://www.proyectopv.org/2-verdad/civilizacionrepentina7.htm> [Recuperado el 18 de agosto de 2009].

¹⁴ Idem.

7.4. Grecia y sus aportes a la ciencia

Los apartes siguientes fueron tomados en gran parte del documento “Mapa Grecia Clásica”.¹⁵ Grecia, también denominada Hélade, comprendía la parte inferior de la península de los Balcanes, región caracterizada por ser la más montañosa de las tres penínsulas mediterráneas de Europa, esta se unía con la península del Peloponeso (hoy Morea) por el Istmo de Corinto. El territorio griego se hallaba entre los mares Egeo y Jónico, hacia el norte no se conocía una frontera natural pero según Estrabón (geógrafo griego), esta podía marcarse con una línea que iba desde el Golfo de Arta hasta el Golfo de Salónica.

El territorio de Grecia se caracterizó por presentar un conglomerado de montañas de rocas calcáreas y frecuentemente desnudas, las cuales se hallan separadas por valles estrechos y profundos o por llanuras, verdaderas cuencas de antiguos lagos donde abundan los olivares; entre tales llanuras se pueden nombrar las de Tesalia, Tebas, Atenas, Argos y Esparta. Entre las montañas más célebres se pueden nombrar el Pindo, el Olimpo, el Osa, el Pelión, el Parnaso, el Helicón, el Himeto y el Pentélico.

Según el documento referido, el período de la Antigua Grecia se subdivide en cuatro subperíodos: La Edad Oscura (1100-750 a. C.) muestra diseños geométricos en la cerámica.

La Época Arcaica (750-480 a. C.) sigue, mientras que los artistas creaban esculturas en posturas estiradas con la “sonrisa arcaica” onírica. Se suele considerar que la Época Arcaica termina al derrocar al último tirano de Atenas en 510 a. C.

El período clásico (500-323 a. C.) ofrece un estilo distinto, que después se consideraba como ejemplar; el Partenón se construyó durante esta época.

El período helenístico (323-146 a. C.) es cuando la cultura y el poder de Grecia se expandieron en el Oriente Próximo y el Oriente Medio. Este período comienza con la muerte de Alejandro Magno y termina con la conquista romana.¹⁶

¹⁵ En <http://www.milucha.org/download/historia/grecia.pdf>

¹⁶ Véase en *Antigua Grecia*. En <http://carreno.cuadernosciudadanos.net/vuelta/2009/02/25/antigua-grecia/>

Grecia primero se organizaba por oikos, que eran verdaderos clanes. Eran grupos formados por todos los familiares del *basileus* (jefe de la familia). También incluía a las personas libres y esclavas que dependían de él. Estos servidores eran necesarios porque de ellos dependía el sustento de todo el grupo. Estos esclavos producían todo lo necesario para vivir, y habían algunos jefes importantes como Ulises (en la obra de Homero), que dirigía la producción y la distribuía según su propio criterio. Dentro de ellos, en efecto, el padre tenía autoridad absoluta puesto que era el intérprete de los dioses; la propiedad, por otra parte, era colectiva. La unidad del clan conducía a curiosas consecuencias: la ofensa hecha a un individuo se consideraba hecha al clan.

Luego, Grecia se organizaba mediante polis, las cuales eran conocidas también como ciudades-Estado pues eran gobernadas por oligarquías aristocráticas; el aislamiento geográfico impuesto por el territorio que ocupaban y la necesidad de agruparse para defenderse de las invasiones explicaba la formación por los griegos de estas polis o ciudades-Estado. Aunque eran independientes, a menudo se unían en una liga dentro de la cual la más importante acababa por imponerse.¹⁷

7.4.1 Agricultura

El desarrollo de la agricultura en la Grecia antigua no fue un simple fenómeno agroecológico o económico, sino que constituyó una de las bases que dieron sustento a la polis como organización social. Los propios comienzos de la polis se unen, por así decirlo, con los inicios de la expansión de las prácticas agrícolas ligadas a la granja familiar intensiva, que caracterizará la base económica de buena parte de las ciudades-Estado griegas durante los siglos VIII a IV a. C. En este sentido, la importancia adquirida de los campesinos independientes durante la era arcaica ocasionó transformaciones no circunscritas a meras opciones productivas, pues la viabilidad a largo plazo de las nuevas roturaciones para el cultivo intensivo familiar sólo pudo asegurarse a partir de los cambios político-sociales y el diseño relativamente igualitario adquirido por las comunidades griegas. Afianzada la presencia protagónica de los granjeros autónomos con la conformación de las nuevas polis y la reforma de las ya existentes, el renovado marco político-militar-jurídico-ideológico resultó

vital para que el impulso agrario de fines de la edad oscura o comienzos del arcaísmo, se constituyera en un soporte de la singular experiencia histórica que tuvo lugar en la Grecia antigua. Si el incremento demográfico pudo ser uno de los factores dinamizadores de la situación arcaica, lo que explica el carácter de las respuestas adoptadas es la nueva organización social configurada a partir de la incorporación de los labradores junto con la vieja aristocracia terrateniente dentro de los mismos ámbitos político-institucionales de la polis.

Producido el despegue de la labranza familiar y las reformas políticas tendientes a cierta igualación, los desarrollos técnicos, como mejora de las semillas mediante selección o perfeccionamiento del instrumental para arar y moler granos, resultaron en adquisiciones plenas de los agricultores independientes. Estos avances se dieron dentro de unos sistemas agrarios basados en pautas relativamente equitativas de acceso a la tierra y falta de cargas tributarias sobre la misma, un aumento de la productividad gracias a una mayor explotación del trabajo familiar y la adopción de prácticas de labranza que buscaban la intensificación mediante la combinación de cultivos arables y arbóreos, la cría de ganado menor, y la disminución del barbecho y la puesta en labor de la mayor cantidad de tierras posible. Los campesinos griegos se convirtieron así en los protagonistas centrales de una mutación que incidió en el desarrollo mismo de la polis, marcando sus transformaciones sociopolíticas, militares e institucionales.¹⁸

De forma más general, se puede indicar que la agricultura era una de las mayores fuentes de subsistencia de la población griega, a pesar de que gran parte de los territorios en los que se encontraban estaban cubiertos por montañas o poseían tierras infértiles donde cultivar la mayoría de productos era casi imposible, por lo que los griegos diseñaron un sistema de cosechas por temporada; además, cultivaban productos como la cebada y el mujo, y realizaron descubrimientos de productos que podían poseer mayor rendimiento en sus tierras, de esta forma lograron que casi el 80% de las personas se dedicaran a la agricultura, encontrando un modo similar a las antiguas civilizaciones, puesto que la mayoría de estas se dedicaban a dicha actividad.

En Grecia predominaba el latifundio que dio origen a la formación de los grupos de terratenientes que además, como ocurre en la actualidad en muchos países, corresponden a las personas y familias de las clases sociales más

¹⁸ Véase en *La agricultura en la antigua Grecia*. En <http://www.scielo.org.ar/pdf/circe/n11/n11a11.pdf>

altas y personas que se dedicaban a cuidar la tierra de estos, lo que ocasionó disputas que acabaron en guerras algunos años después. La cría de animales estuvo también presente en la cultura griega antigua, toda vez que el poseer muchos animales simbolizaba poder, y eran útiles para la agricultura y como herramientas de carga.

7.4.2. Arte

La importancia del arte griego (de toda su cultura) es enorme. De hecho se puede decir que es la base de la cultura Europea y Occidental en general. Aún se sigue pensando como ellos lo hacían (filosofía racional); organizándose como ellos lo hacían (democracia); construyendo y esculpiendo tal y como ellos lo hacían. Lo que ocurrió en la Grecia clásica fue un milagro cultural que los historiadores aún no saben explicar, una isla de humanidad en un contexto donde el hombre no valía nada.¹⁹

De hecho ese nivel cultural que afectaba tanto a las ciencias como a las letras y a la política, fue difícil de sostener y el brillo de Grecia fue aprovechado por Roma pero poco después desapareció, llegando a ser la sociedad idealizada, la meta y el único norte cultural para todo Occidente durante muchos siglos.

El arte surge de un período sombrío (siglos X, IX y VIII a. C.) con una mezcla de lo nuevo y de lo viejo, de lo cretomicénico y de lo dórico. De hecho existen tres elementos constitutivos de la cultura griega: los dorios aportaron la rigidez, la dureza, el espíritu militar y deportivo, el estilo geométrico. De las supervivencias cretomicénicas quedó el gusto por la belleza como algo ideal, utópico, el amor a la naturaleza, a la luz mediterránea, el concepto de proporción y armonía. Pero no se debe olvidar que la pequeña Grecia tenía como vecinos al gigante Imperio Persa y a la civilización egipcia, y su tradición cultural era mucho más antigua, por eso la influencia oriental de Persia y Egipto es también componente importante en la cultura griega, la cual se manifiesta sobre todo en la majestuosidad y el gusto por lo fastuoso del período helenístico.²⁰

¹⁹ Véase en *El arte griego*. En <http://clio.rediris.es/n33/n33/arte/03Griego.pdf>

²⁰ Ibid.

En general, se puede decir que el arte de Grecia es quizás uno de los más sorprendentes encontrados en las antiguas civilizaciones, esto debido a que desde sus inicios trabajaron mucho en este aspecto, desde pequeñas esculturas realizadas en madera, pasando por las ánforas, las cuales son vasijas adornadas, hasta las estatuas trabajadas en materiales fuertes, pasando a las grandes edificaciones construidas por ellos, algunas de las cuales hoy se mantienen en pie. También se puede observar que por cada momento histórico existían diversas influencias en la escultura y en los materiales utilizados.

7.4.3. Filosofía

Grecia realizó importantes aportes a la filosofía, se puede ver cómo grandes filósofos hacen parte de esta época, y sus aportes en los diversos campos de esta, junto a sus escritos publicados, se mantienen vigentes en la actualidad.

La filosofía griega constituyó el fundamento de toda la especulación filosófica en el mundo occidental. Las hipótesis intuitivas de los antiguos griegos presagiaron diversas teorías de la ciencia moderna, incluso muchas de las ideas morales elaboradas por los filósofos griegos han sido incorporadas a la doctrina moral cristiana. Las ideas políticas desarrolladas por los pensadores griegos han influenciado a muchos líderes políticos a lo largo de la historia.²¹

La filosofía griega se puede dividir en:

1. La escuela jonia
2. La escuela pitagórica
3. La escuela eleática
4. Los sofistas
5. Sócrates
6. Platón
7. Neoplatonismo
8. Aristóteles
9. Estoicismo
10. Epicureísmo
11. Escepticismo²².

²¹ Véase en *Filosofía Griega*. En <http://www.filosofia.net/materiales/rec/griega.htm>

²² Ibid.

Como se aprecia en los numerales anteriores, allí están los nombres de tres de los más grandes filósofos de todos los tiempos: Sócrates, Platón y Aristóteles, a los cuales se les puede sumar Pitágoras, de quienes se hará una breve descripción más adelante. Esto de por sí indica la importancia de Grecia en el desarrollo del conocimiento universal.

7.4.4. Literatura

El más conocido escritor griego de todos los tiempos es Homero, quien con sus dos obras más grandes, la *Iliada* y la *Odisea*, saltó a la categoría de clásico de la literatura universal.

Con Homero, la épica griega alcanzó su máximo esplendor, aunque se cree que puede ser obra de una sucesión de poetas que vivieron a lo largo del siglo IX a. C. Escritos en dialecto jónico con mezclas del eólico, la perfección de sus versos hexámetros dáctilos, indica que los poemas son la culminación, más que el principio, de una tradición literaria. Los poemas épicos homéricos se difundieron en las interpretaciones de cantores profesionales que, en sucesivas generaciones, alteraron el original, actualizando el lenguaje. Esta tradición oral se mantuvo durante más de cuatro siglos.²³

Otros acontecimientos míticos y heroicos que no se celebran en la obra homérica o que no se narran en su totalidad, se convirtieron en el argumento de varios poemas épicos posteriores, algunos de cuyos fragmentos se conservan. Un grupo de estos poemas épicos, escritos entre 800-550 a. C., por un número indeterminado de poetas conocidos como los cíclicos, tratan de la guerra de Troya y la expedición de Los Siete contra Tebas. Entre los poetas épicos conocidos se cuentan: Pisandro de Rodas, autor de la *Heracleia*, que trata de las hazañas del héroe mitológico Hércules; Paniasis de Halicarnaso, que escribió una obra también llamada *Heracleia*, de la que sólo se conservan algunos fragmentos, y Antímaco de Colofón o Claros, autor de la *Tebas* y considerado fundador de la llamada escuela de poesía épica. Antímaco influyó poderosamente en los poetas épicos alejandrinos posteriores.²⁴

²³ Véase *Literatura Griega. Orígenes*. En http://es.encarta.msn.com/encyclopedia_761579144/Literatura_griega.html

²⁴ *Ibíd.*

7.4.5. Matemática y Astronomía

En los primeros tiempos de la historia de Grecia se consideraba que la tierra era un disco en cuyo centro se hallaba el Olimpo y en torno suyo el Okeanos, el Mar Universal. Las observaciones astronómicas tenían como fin primordial servir como guía para los agricultores por lo que se trabajó intensamente en el diseño de un calendario que fuera útil para estas actividades²⁵.

La *Odisea* de Homero ya se refiere a constelaciones como la Osa Mayor y Orión, y describe cómo las estrellas pueden servir de guía en la navegación. La obra *Los trabajos y los días*, de Hesíodo, informa sobre las constelaciones que salen antes del amanecer en diferentes épocas del año, para indicar el momento oportuna para arar, sembrar y cosechar.

Los aportes científicos griegos más importantes se asocian con los nombres de los filósofos Tales de Mileto y Pitágoras (de quienes se hablará más adelante), pero no se conserva ninguno de sus escritos. La leyenda de que Tales predijo un eclipse total de Sol el 28 de mayo de 585 a. C., parece ser apócrifa.²⁶

En el campo de la matemática se debe recordar que en esta época se abordó de una forma más especializada (pues se conoce que los inicios se dieron en Mesopotamia y Grecia con los sistemas numéricos), muchos textos sitúan en Grecia el verdadero indicio de la matemática, puesto que a partir de allí empieza a tomarse como una ciencia.

Los griegos, aprovechando los conocimientos técnicos de egipcios y babilonios, se van a preguntar el porqué de las cosas. Así, a partir de conocimientos prácticos consiguen extraer deducciones teóricas, consiguen encontrar principios generales que sirven para resolver y dar respuesta a muchísimos problemas concretos. Todo eso es consecuencia de la aplicación de un nuevo método, el método lógico.

La aplicación de la lógica a esos conocimientos matemáticos anteriores fue todo un éxito y las matemáticas progresaron rápidamente, alcanzando un desarrollo espectacular. Pero lo más importante fue que los éxitos en matemáticas, obtenidos por la aplicación del método lógico, fascinaron a los griegos de tal manera que comenzaron a aplicarlo también para dar respuesta a todas las grandes cuestiones de la vida y la naturaleza. Las matemáticas

²⁵ Véase en *Astronomía Griega*. En <http://www.astromia.com/historia/astrogriega.htm>

²⁶ *Ibíd.*

son, por tanto, la primera ciencia y la que le va a enseñar a todas las demás una nueva forma de enfocar los problemas y enigmas del mundo, un método de conocimiento. Por eso se llaman “matemáticas”, que significa “relativo al conocimiento” o “relativo al aprendizaje”. A partir de este momento los mitos quedan desplazados y se sustituyen por la creencia en que todo lo que existe esconde un orden racional y por tanto la única forma de llegar a comprenderlo es mediante la razón humana.²⁷

7.4.6. Medicina

Así como los egipcios y otras antiguas civilizaciones, los griegos concebían a las enfermedades como un castigo de los dioses. Existían ciertas personas dedicadas a esta labor, aunque por la época era difícil curar la mayoría de enfermedades, se realizaban pequeños tratamientos para poder tratarlas, así como a los médicos solo podían acceder familias adineradas o de alta posición social.

En la época antigua se encuentra que una parte de la Medicina de Grecia giraba alrededor del *culto a Asclepiades*. Entre las ruinas griegas que todavía pueden visitarse hoy, algunas de las mejor conservadas y más majestuosas se relacionan con este culto. En Pérgamo, Efeso, en Epidauro, en Delfos, en Atenas y en otros muchos sitios más, existen calzadas, recintos y templos así como estatuas, lápidas y museos enteros que atestiguan la gran importancia de la medicina mágico-religiosa entre los griegos antiguos. Los pacientes acudían a los centros religiosos dedicados al culto de Asclepiades, en donde eran recibidos por médicos sacerdotes que aceptaban las ofrendas y otros obsequios que traían, anticipando su curación o por lo menos alivio para sus males.²⁸

En la época clásica de Grecia se puede encontrar a Hipócrates como su principal representante —conocido como Hipócrates de Cos el “padre de la medicina”—. Hipócrates escribió una buena cantidad de libros que trataban sobre esta temática, que dan los primeros indicios históricos de la medicina.

²⁷ Véase en *Los griegos y las matemáticas*. En <http://divulgamat.ehu.es/weborriak/TestuakOnLine/Andaina/Ficheros/anda2004amado.pdf>

²⁸ Véase en *La medicina en Grecia*. En <http://www.portalplanetasedna.com.ar/medicina01.htm>

7.5. Egipto y sus aportes a la ciencia

La civilización egipcia es otra de las grandes de la historia universal por sus aportes en los diferentes campos de la ciencia. Se estima que sus comienzos se dieron alrededor del año 3150 a. C hasta el 31 después de Cristo, esto es, tuvo una duración de 3.200 años.

En este periodo de tiempo, la civilización egipcia experimentó tres épocas diferentes, a saber: Imperio Antiguo, Imperio Medio e Imperio Nuevo.²⁹

El antiguo Egipto se desarrolló en una de las áreas geográficas desérticas y áridas más grandes del mundo, al nororiente de lo que es hoy en día África, limitando con Libia, Sudán y el Mar Mediterráneo. El surgimiento de esta civilización fue posible gracias a que se desarrolló en el cauce del río Nilo, que atravesaba el desierto de sur a norte. La importancia del Nilo en el desarrollo de esta civilización consistió en proveer posibilidades eficientes de fertilización de la tierra, haciendo menos laboriosa la agricultura, permitiendo así que la población destinara más tiempo y recursos al desarrollo de la cultura, las artes y la tecnología.

La fertilización se daba por cuanto en épocas de invierno y lluvias en las partes altas del río, los caudales se subían y el agua se desbordaba cubriendo extensas zonas en lo que se denominaba como los valles del río Nilo, estas aguas iban cargadas de sedimentos orgánicos, y una vez que el invierno terminaba y retornaban a sus causas normales las tierras quedaban con grandes volúmenes de limo y nutrientes que las dejaban aptas para la agricultura, esta situación perduró hasta que fue construida la represa de Asuán en el siglo XX de la era moderna.

²⁹ Sanmartín, Joaquín, *Historia antigua del próximo oriente. Mesopotamia y Egipto*, Ediciones Akal, 2008.

Figura 1. Mapa del Antiguo Egipto



Fuente: tomado de Imágenes Google.

Figura 2. Mapa del actual Egipto



Fuente: tomado de Imágenes Google.

Dentro de los aspectos más destacados del desarrollo egipcio en la antigüedad se encuentra el sistema de escritura y literatura independientes, la creación del papiro, el control estatal sobre los recursos naturales y humanos, el uso de sistemas de irrigación fértil, la explotación minera, el comercio y la organización militar.³⁰

7.5.1. La ciencia en el antiguo Egipto

Los egipcios, al igual que otras civilizaciones antiguas, partían del aspecto religioso para fundamentar el desarrollo de nuevas actividades e invenciones. La civilización atribuía a la revelación de los dioses cualquier tipo de conocimiento; entre los dioses que fundamentaron las creaciones egipcias se encontraba Thot, un Dios lunar, que medía el tiempo, contaba los días y registraba los años. Así mismo, fue el rey de la palabra e inventor de la escritura. Además del desarrollo de un modelo básico del calendario, también se llevaban registros de los acontecimientos astronómicos.

³⁰ Idem.

En el campo de las matemáticas, los egipcios contaban usando la numeración decimal, usando palos alineados en fila para contar hasta diez y las decenas las representaban con símbolos en forma de U invertida.

Dentro de los sistemas de conteo se desarrolló también un tipo primitivo de agrimensura, para no perder las señalizaciones en los terrenos cuando el río Nilo provocaba inundaciones.

Uno de los registros más claros y evidentes que se encuentran sobre los primeros avances del antiguo Egipto está en un papiro que forma parte de la colección Rhind del British Museum. El papiro fue escrito entre 1800 y 1600 a. C. por un sacerdote llamado Ahmose.

Otro de los campos altamente desarrollado por la civilización egipcia, fue el de la Astronomía. Los egipcios identificaron las constelaciones y las comparaban con las deidades típicas de su mitología, para luego representarlas o graficarlas en los techos de sus construcciones y en ataúdes. En sus registros, describían un año de trescientos sesenta y seis días, de treinta y seis semanas de diez días cada una, y los cambios semanales de la configuración del cielo. Además de eso los egipcios tenían una idea propia del universo que consistía en una caja rectangular en la que los lados más largos corrían de norte a sur, con fondo cóncavo en el que en el centro estaba ubicado Egipto.

Entre sus varios aportes están aquellos relacionados con la medicina; se han encontrado papiros egipcios con tratados de Medicina, como el Ebers del 1600 a. C. en donde hablan del primer médico, Imhotep, al cual posteriormente divinizaron como Dios de la Medicina. La Medicina egipcia era más racional y altamente especializada que la de otras civilizaciones como la babilónica. Con procesos como el embalsamamiento de momias, los egipcios demostraron sus conocimientos de anatomía básica y cirugía rudimentaria. Los médicos eran formados en escuelas sacerdotales, especializados en el tratamiento de huesos y fracturas, otros en asuntos oculares, etc. Al mismo tiempo, perfeccionaron la tarea de administración y creación de drogas y esencias que luego adquirieron fama mundial.

También hay leves intentos de estudios antropológicos mostrados en pinturas de tumbas en las que se graficaban diferentes tipos de seres humanos, entre egipcios, rojos, semitas, libios, blancos y negros.

Todos los avances, desarrollos y aportes en el campo de la ciencia por parte de la civilización egipcia, fueron encontrados y descifrados gracias al extenso registro en las construcciones, papiros y tumbas.

7.6. Civilizaciones antiguas que habitaron las Américas

A partir del año 1492, fecha de su entrada a América, los europeos se encontraron con numerosas comunidades aborígenes que tenían distintos niveles de desarrollo cultural; algunas de ellas se habían establecido permanentemente en pequeñas aldeas agrícolas, y otras se ubicaron en lo que hoy se denomina como México, Guatemala, otros países centroamericanos y los Andes Suramericanos.

En el territorio americano existieron tres civilizaciones que se destacaron por sus contribuciones al desarrollo de la ciencia en posteriores épocas, estas fueron: la Azteca, la Maya y la de los Incas; dada su importancia, vale la pena destacar algunas características sin con ello pretender hacer un tratado de historia o salirse del tema fundamental de esta obra que se refiere al Método Científico.

Se presentarán también algunas características de otras culturas como la de los Olmecas que es considerada la más antigua de Mesoamérica pues estuvo entre los años 1300 a 500 a. C, y la Chibcha por cuanto fue una civilización que existió en el hoy territorio colombiano.

Es importante aclarar que, como de lo que se trata en esta parte es de suministrar información relacionada con el devenir del conocimiento y de ver la evolución del mismo a través de los tiempos, los autores quieren dejar expresa su intención y, por tanto, se harán citas textuales de páginas Internet y otras fuentes sobre estas civilizaciones.

7.6.1. Los Aztecas

Hacia finales del siglo XIII, los Aztecas fueron la última tribu del norte árido en arribar a Mesoamérica. Luego de haber recorrido diversos lugares, se establecieron definitivamente, a principios del siglo XIV d. C., en el Valle de México. Allí fundaron su ciudad capital llamada Tenochtitlán, ubicada en la zona del lago Texcoco. En ese lugar se encontraron con otros pueblos y con ellos lucharon por la obtención de las mejores tierras y por el control político de la región. A los pocos años dominaron a todos sus vecinos y establecieron un imperio que impuso su predominio en toda la zona. La expansión azteca se basaba principalmente en el poderío de su ejército. Muchas de las ciudades conquistadas, a pesar de tener que entregarles tributo a los aztecas, conserva-

ban sus propias autoridades. Las rebeliones de los pueblos sometidos fueron frecuentes y muchos de ellos al producirse la llegada de los españoles, se aliaron con éstos para derrotar a los aztecas. La comunicación dentro de la ciudad se realizaba mediante calzadas y canales. Su población se calcula en 300.000 personas aproximadamente. En el centro de la ciudad se encontraban 78 edificios, entre los que se hallaban el templo, una cancha de pelota, los palacios de los señores y abundantes jardines y huertas.³¹

Figura 3. El Imperio Azteca



Fuente: tomado de Imágenes Google.

7.6.1.1. Organización económica y grupos sociales

La agricultura fue la base de la economía Azteca, y el maíz, la calabaza y el poroto, los cultivos más importantes. El comercio también era una actividad muy extendida. Intercambiaban productos con pueblos de diferentes regiones. Los comerciantes llegaban hasta lugares lejanos con artículos de mucho valor y de poco peso, como el cacao, gemas, algodón o preciosas plumas. En la sociedad Azteca se distinguían claramente dos grupos sociales.³²

Los pilli o nobles formaban el grupo privilegiado. Eran los sacerdotes, los guerreros y los funcionarios de gobierno. Poseían la propiedad de la mayoría

³¹ Tomado de <http://library.thinkquest.org/C006206F/Aztecas.htm>, <http://www.monografias.com/trabajos38/aztecas/aztecas2.shtml#herencia>

³² Tomado de <http://www.portalplanetasedna.com.ar/aztecas.htm>

de las tierras, no pagaban ningún tipo de tributo y controlaban el Estado. A este grupo pertenecía el emperador o Tlatoani.

Los macehuales o trabajadores comunes constituían la mayor parte de la población y formaban el grupo de los no privilegiados. Eran los campesinos, los comerciantes y los artesanos de las ciudades. Debían entregar tributos al Estado en alimentos y trabajo. La entrega de una parte de lo que producían aseguraba la alimentación de los sacerdotes, funcionarios y el emperador. Tenían la obligación de trabajar en la construcción de edificios y templos pertenecientes a la nobleza. En esta sociedad también había esclavos que en su mayoría eran prisioneros de guerra.

La geografía determinó las técnicas agrícolas que debían utilizar. El regadío y las terrazas estaban muy extendidos. Pero la técnica de las chinampas era la más utilizada. Éstas eran balsas de tierra que flotaban en los lagos y sobre las cuales se cultivaba.

La actividad de los comerciantes no sólo tenía valor económico sino también importancia estratégica, toda vez que, actuaban como espías del Estado. El colorido y la variedad de productos eran característicos de los mercados.³³

7.6.1.2 El Estado Azteca³⁴

El Estado Azteca fue teocrático porque el emperador era considerado de origen divino, y los sacerdotes tenían a su cargo numerosas funciones de gobierno. Eran los responsables de la preparación de las ceremonias religiosas y de los juegos rituales. Aunque en muchos ritos como en el juego de la pelota sólo podían participar los nobles, los nacimientos, los matrimonios y los entierros eran ceremonias obligatorias para toda la población. Los sacerdotes eran también los encargados de controlar el cumplimiento de las normas y de hacer justicia. Las leyes del Estado azteca eran severas y los castigos variaban según el delito y el infractor.

Funcionarios que dependían directamente del emperador controlaban y centralizaban el almacenamiento de los productos recaudados por concepto de tributos y, en épocas de malas cosechas o de guerras, distribuían entre la población una parte de los bienes almacenados. Los tributos que entregaban

³³ Ibid.

³⁴ Ibid.

la población y los pueblos vencidos en las guerras de conquista proporcionaban al emperador y a los miembros del grupo privilegiado los alimentos y los artículos necesarios para la vida.

El Estado Azteca tuvo una importante fuerza militar con la que logró una gran expansión territorial. La máxima extensión de los dominios se produjo en tiempos de Moctezuma, el emperador Azteca hasta la llegada de los españoles.

Los sacerdotes eran los dueños del conocimiento conservado en códices. Conocían la astronomía, la medicina y la escritura. La mayoría de la población no tenía acceso a los saberes.

Practicaban con frecuencia la guerra de conquista, toda vez que de esta manera conseguían nuevos territorios y poblaciones que brindaban tributos. A la capital del imperio entraban anualmente dos millones de mantas de algodón, objetos de lujo y alimentos. Una carga con 20 mantas permitía vivir a un hombre durante más de un año.

Quetzacoátl, la serpiente emplumada, era uno de los dioses principales de los Aztecas, por el cual se realizaban sacrificios humanos para utilizar la sangre de los sacrificados como alimento para dicho Dios. La religión formaba parte de cada momento de la vida de este pueblo, las conquistas las hacían en nombre de estos dioses y en su nombre también realizaban sacrificios humanos. Con ellos alimentaban a los dioses con la sangre humana.

La infracción a las leyes estaba castigada con penas muy duras. A los traidores, homicidas y violadores se los castigaba con la pena de muerte.

La población de la clase social no privilegiada era obligada a entregar tributos al Estado, los cuales eran controlados y almacenados por funcionarios cercanos al Emperador y que en épocas de guerra o malas cosechas los abastecían proporcionándoles así los elementos necesarios para la vida.

Los mayores logros en expansión territorial del Estado Azteca se debieron a su fuerza militar; como se dijo, solían practicar lo que ellos llamaban guerras de conquista, que consistían en la obtención de nuevos territorios y de poblaciones conquistadas que entregaban tributos que los enriquecían.

7.6.1.3. Herencia cultural de los Aztecas

Los Aztecas dejaron mucha historia detrás de ellos. Al observar la bandera de México se puede apreciar parte de la influencia de la cultura Azteca e indígena en este país. Visitando México, leyendo, observando esta cultura se pueden

descubrir las principales costumbres, sitios arqueológicos, ciudades e historia para poder viajar tiempo atrás, y así comprender los amplios conocimientos con que contaba esta civilización.³⁵

Las grandes estructuras que hoy sirven como centros turísticos, y las costumbres de los ciudadanos de México actual forman gran parte de esa herencia viva.

En el lenguaje mismo se pueden ver muchos vocablos de origen en el náhuatl y sus dialectos.³⁶

Aun si se observan bien los utensilios, las vestimentas, el aspecto religioso (a pesar de que es uno de los países más católicos del mundo), se puede ver el respeto por sus orígenes y el valor que le dan a los mismos y a las creencias religiosas.

Los Aztecas provocaban las llamadas guerras floridas para lograr prisioneros de guerra que eran ofrecidos a los dioses, creyendo que la sangre de los sacrificios daba fuerza al sol, para seguir su camino en la noche y aparecer de nuevo en el horizonte.³⁷

Figura 4. Representación del calendario Azteca



Esta piedra de cuatro metros de diámetro es la mayor escultura azteca jamás encontrada. En el centro de la piedra se encuentra la cara del sol. Esta escultura se conoce también con el nombre de “Calendario Azteca”. De

³⁵ Tomado de <http://www.monografias.com/trabajos38/aztecas/aztecas2.shtml#herencia>

³⁶ *Ibíd.*

³⁷ *Ibíd.*

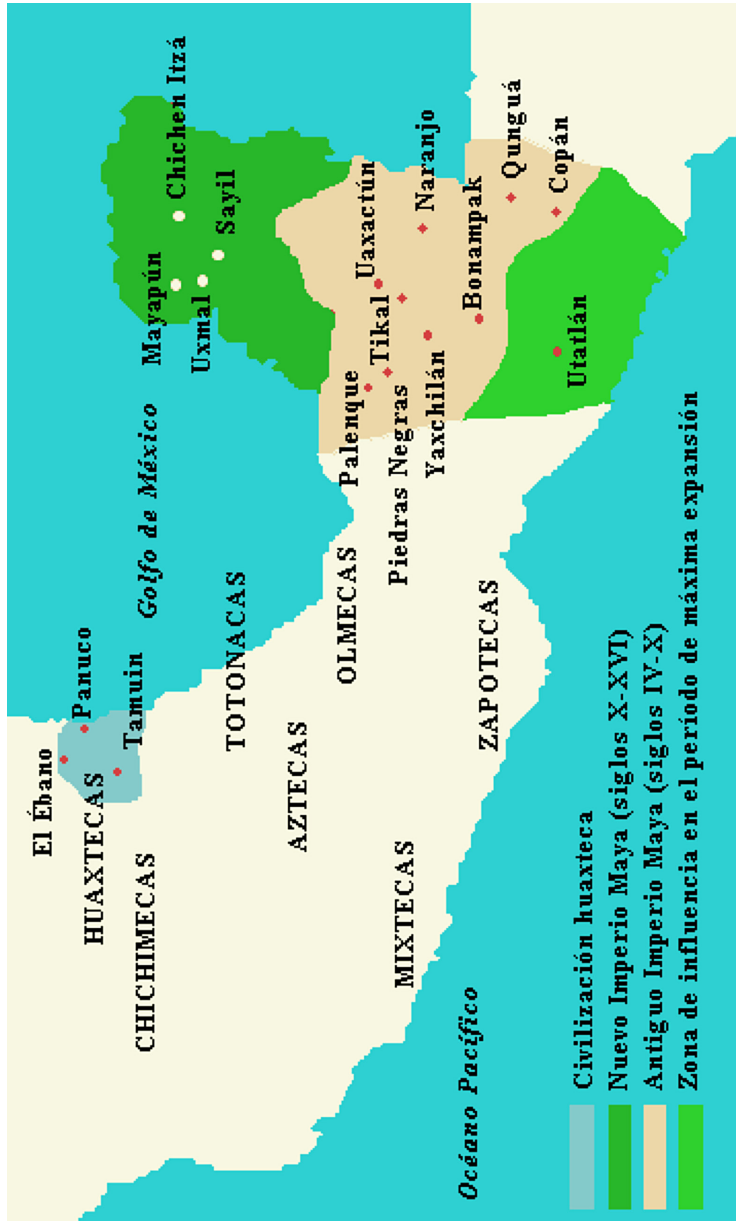
hecho, representa la creencia Azteca de que el universo había pasado por cuatro mundos anteriores que habían sido destruidos. Ahora la civilización se encuentra en el quinto mundo, condenado a ser destruido por terremotos. De acuerdo con la mitología azteca, el sol, la luna y los seres humanos fueron creados con éxito al principio de la quinta era.

7.6.2. Los Mayas

Los Mayas se ubicaron en las tierras altas de la actual Guatemala alrededor del año 2100 a. C. y luego ocuparon una extensa región de México, tales como los actuales estados de Yucatán, Campeche, Quintana Roo, Tabasco y Chiapas, así como buena parte de Belice, Honduras y El Salvador; cubriendo una extensión territorial que varía, de acuerdo con los diversos arqueólogos e historiadores, entre 325.000 a 400.000 km², teniendo por límite el Golfo de México y mar de las Antillas; el océano Pacífico; el río Grijalva (conocido en Guatemala como río Usancita), en el estado de Tabasco; el río Ulúa en Honduras y el río Lempa en El Salvador (ver mapa).³⁸

³⁸ Tomado de http://clio.rediris.es/clonet/fichas/otras_mayas.htm y http://www.astrocosmo.cl/b_p-tiempo/b_p-tiempo-04.01.htm

Figura 5. Ubicación de la civilización Maya



Fuente: tomado de Imágenes Google.

Los Mayas eran básicamente agricultores y sedentarios lo cual les permitió formar una organización de pequeños poblados. El sistema agrícola fue el de roza o milpa, el cual consistía en derribar árboles y arbustos, quemarlos y después sembrar usando un palo aguzado, llamado bastón plantador, actividad que se desarrollaba al inicio de la temporada de lluvias. “El descubrimiento de restos de obras hidráulicas indica que los mayas construyeron canales para riego, lo que les permitió una mayor producción agrícola. La tierra era explotada de forma comunal”.³⁹

Los Mayas primitivos se agrupaban en pequeños caseríos, distantes unos de otros. Posteriormente fueron erigidos algunos centros ceremoniales. La vida de estos primeros habitantes del área maya dependía enteramente de los elementos naturales y del cultivo y recolección de sus cosechas.

Con la vida sedentaria y la práctica continua de la agricultura primitiva, surgió lo que al principio fue el culto sencillo de la naturaleza y de los elementos ligados a la siembra, tales como el sol, la lluvia, el viento, las montañas, el agua, etc.

Las sencillas ceremonias eran oficiadas y dirigidas por el jefe de la familia. Posteriormente, con la tecnificación incipiente de la agricultura, la práctica religiosa fue organizada en forma más compleja y surgieron los primeros sacerdotes profesionales.

Los sacerdotes se convirtieron en los depositarios de la ciencia y adquirieron un poder político creciente que los transformó en una casta dominante. A ellos se debió el perfeccionamiento del calendario, la cronología y la escritura jeroglífica.

A medida que la agricultura se hace más compleja, creándose sistemas de riego e incluyendo el cultivo de productos comerciales, como el cacao y el algodón, aumenta la población y empiezan a surgir centros ceremoniales; así mismo, se consolida la jerarquización de las clases sociales, que resulta de la división del trabajo.⁴⁰

En los centros ceremoniales y las ciudades, que se multiplican durante la época clásica y cuyo gobierno fue de tipo teocrático, habitaba la clase dirigente, ocupada en funciones intelectuales, como la planeación socioeconómica, la proyección de obras públicas, la organización política, la creación de

³⁹ Ibid.

⁴⁰ Ibid.

conocimientos científicos (matemáticas, astronomía, cronología, medicina) y la conservación, por medio de una desarrollada escritura, de la historia de los linajes gobernantes. Los especialistas (constructores, artistas y artesanos), así como los sirvientes, residían también en las ciudades, mientras que los campesinos habitaban cerca de las siembras. También se realizó comercio a gran escala, constituyéndose los comerciantes en otro grupo social.

El estrato más alto estaba constituido por los nobles o hidalgos, llamados *almehenoob* por los mayas yucatecos, la gente de linaje ilustre, los destinados por decreto divino a gobernar sobre los demás, ya fuera con el poder político, el religioso o con la fuerza de las armas. Así, gobernantes, sacerdote, jefes guerreros y quizá los comerciantes, que tenían ciertas funciones políticas, pertenecían a esta clase privilegiada.⁴¹

Toda la vida de los mayas estaba inspirada en la religión, el culto a los dioses y por ende el reconocimiento a la existencia de seres superiores, de allí que hasta la organización del Estado era teocrática y su cultura politeísta pues adoraban varios dioses, a saber:

Hunab Ku (el creador), señor de los cielos y dios del día
 Itzamná (hijo de Hunab Ku)
 Chac (dios de la lluvia, y fertilidad de la agricultura)
 Ah Puch (dios de la muerte)
 Yun Kaax (dios del maíz)

Las construcciones mayas se hicieron de madera y piedra básicamente. Entre las maderas se prefirieron la coba y el zapote por ser resistentes a los ataques de las termitas. Entre las piedras se usaron: caliza, arenisca, mármol. Realizaron todo tipo de construcciones: palacios rectangulares y alargados, templos, juegos de pelota, calzadas (*sacbeob*) que unían las ciudades principales, fortificaciones, baños de vapor (*temazcal*).⁴²

Se conservan importantes pirámides escalonadas en piedra. En lo alto de éstas se colocaba el templo. Estaban decoradas con pinturas de una variada gama de colores, y relieves. Algunos de estos son inscripciones de la escritura jeroglífica Maya, aún no descifrada completamente. Las construcciones más

⁴¹ Ibid.

⁴² Ibid.

importantes de esta época fueron las de Copán, Quiriguá, Piedras Negras, Palenque y Tikal.

Los Mayas desarrollaron el sistema de escritura más completo de todos los pueblos indígenas americanos. Con él escribieron todo tipo de textos de medicina, botánica, historia, matemáticas, astronomía...

Un hecho famoso de la cultura o la civilización Maya es el desarrollo del calendario que, entre otras, era preciso con un año de 365 días. El año solar (haab) tenía 18 meses de 20 días cada uno y otro más de sólo cinco días. Los nombres de los meses eran: Pop, Uo, Zip, Zotz, Tzec, Xul, Yaxkin, Mol, Chen, Yax, Zac, Ceh, Mac, Kankin, Moan, Pax, Kayab, Cumbu y Uayeb.⁴³

7.6.3. Los Incas

Los Incas eran el imperio más extenso de América, abarcaba casi todo el occidente del continente suramericano desde Colombia, pasando por Ecuador, Perú, Bolivia hasta cubrir Chile y parte de Argentina, este vasto imperio era llamado *Tawantinsuyu*, lo que en quechua, el idioma Inca, significa “Las Cuatro Partes”.⁴⁴ Un gran territorio con diversos climas y abundantes recursos, todo esto gobernado por un emperador llamado “Inca”, el cual dirigía desde Cusco (ombligo en quechua), en el medio de los Andes, a todo su imperio.

El pueblo Inca era considerado la Roma de la antigua América, se trataba de un pueblo bien administrado y organizado con conciencia de clases y hábiles ingenieros y arquitectos. Esta civilización vio su culminación con la invasión inclemente de los españoles dirigida por Francisco Pizarro, en 1532. En este momento la población estimada era de unos 12 millones.

⁴³ Ibid.

⁴⁴ Los Incas de Perú. En www.portalinca.com; Mapa humano de pueblos, etnias y culturas. En www.mapahumano.com; El Imperio Inca, arquitectura y religión. En www.tierra-inca.com

Figura 6. Ubicación de la civilización Inca



Fuente: tomado de Imágenes Google.

Los Incas creían fielmente en el dios Sol, y consideraban a sus dirigentes descendientes de él. El oro era símbolo de este dios, por tanto era muy utilizado por los emperadores y miembros de la élite, era también utilizado entre el común de la gente pero no como moneda de intercambio, sino con fines decorativos y rituales. La cultura inca sería desde entonces relacionada con este precioso metal que llegó a ser usado como material en la construcción y para las calles, originando el famoso mito del Dorado.⁴⁵

⁴⁵ Ibid.

Una de las principales contribuciones del pueblo Inca fue su especialización en las piedras, que eran utilizadas para construir casi todo: sistemas de drenaje, templos, calles, etc. Se destaca la utilización de piedras de gran tamaño que eran talladas y pulidas como piezas de rompecabezas, las cuales encajaban con increíble precisión. También eran hábiles artesanos y fabricantes de oro batido, lo que dio origen a la leyenda del Dorado (el país de oro) logrando así la ambición de muchos. Sus avances en plantaciones haciendo uso de terrazas ayudaron al desarrollo de la agronomía del sector, esta fue una importante contribución a la explotación de la tierra; más adelante en la historia estos fundamentos serían utilizados para el tratamiento del talud en tierras no muy estables. Su administración centralizada fue admirada entre las formas de gobierno de la antigua América.⁴⁶

Debido a que carecían de lenguaje escrito, utilizaban un sistema de cordones de distinta longitud y colores llamado “quipus” que utilizaban principalmente para actividades mercantiles y militares.

Como se mencionó, los Incas desarrollaron un funcional modelo de arquitectura pública que contribuyó con técnicas avanzadas de ingeniería y trabajo fino de la piedra; su diseño urbano de calles y avenidas que convergían en una plaza rodeada de edificios y templos, se asemeja a lo que hoy se conoce en la distribución urbana de grandes metrópolis. En las regiones montañosas, como la hermosa ciudadela de Machu Picchu en lo alto de los Andes, se desarrolló una ingeniosa arquitectura adaptada a este paisaje. Debido a las laderas empinadas éste no era predilecto para la agricultura, aun así, y venciendo a las adversidades geológicas, desarrollaron un sistema de riego cambiando las rutas de los ríos a fin de proveer canales para las terrazas siendo este un avance importante y exitoso; algunas de esas terrazas siguen funcionando actualmente. A los Incas también se les atribuyen los avances en la medición del tiempo debido a que el calendario Inca era extremadamente preciso así como el año agrícola. Debido a este aspecto y a algunos otros se les compara con culturas mesoamericanas como los Aztecas y los Mayas. Es por esto que la civilización Inca es considerada como una de las principales e influyentes culturas en la historia.⁴⁷

⁴⁶ Ibid.

⁴⁷ Los Incas de Perú. En www.portalinca.com; Mapa humano de pueblos, etnias y culturas. En www.mapahumano.com; El Imperio Inca, arquitectura y religión. En www.tierra-inca.com

8.6.4. Los Olmecas

En el libro de Lowe se encuentra que:

En las selvas de lo que ahora conforman los estados de Veracruz y Tabasco en México, hacia el año 1200 a. C. se establecieron los Olmecas, quienes formaron la primera gran cultura mesoamericana existiendo hasta el 500 a. C.

Su principal característica fue la importante presencia de la religión en su sociedad. El conjunto de sus divinidades se componía principalmente de dioses cuyas características eran complementarias, como era el caso del dios de la lluvia y el dios del maíz. Las divinidades del panteón Olmeca eran representadas por medio de animales que simbolizaban las fuerzas y poderes que dominan la tierra (el jaguar), el cielo (el águila) y las aguas (el caimán).⁴⁸

Las sedes ceremoniales se ubicaban en el centro de las aldeas de campesinos que practicaban una agricultura de tala y roza; esta modalidad de agricultura implicaba un rápido agotamiento de la tierra y obligaba a los campesinos olmecas a trasladarse a las zonas vecinas. Cuando los habitantes de una aldea se trasladaban a otra zona, los centros ceremoniales, progresivamente, comenzaban a declinar en relevancia y se llevaba a cabo la destrucción de los monumentos que simbolizaban el poder del centro abandonado; una vez destruido el antiguo centro ceremonial, los campesinos procedían a la construcción de un nuevo centro de ceremonias.

La estructura de la sociedad olmeca estaba compuesta mayoritariamente por un gran estamento de campesinos que estaban ligados al cultivo de maíz, porotos, calabazas y mandioca; enseguida se ubicaba el sector de los artesanos, los que se dedicaban a la confección de productos de alfarería, la albañilería, la escultura y el tallado de piedras preciosas y semipreciosas. Un nuevo sector estaba conformado por el linaje de los dirigentes que poseían el poder político y religioso; ellos concentraban el control de la producción agrícola y el manejo de la naciente industria artesanal que desarrollaron los Olmecas.

La clase de los dirigentes se encargaba de administrar las rutas de intercambio comercial, principalmente fluviales, que comunicaban a la cultura

⁴⁸ Lowe, G. W., *Mesoamérica Olmeca: diez preguntas*, México, D. F. Colección Científica del Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1998, p. 64.

olmeca con los pueblos de la cuenca de México y las tierras bajas y altas de Guatemala.⁴⁹

Según planteaba la tradición religiosa de los Olmecas, el universo estaba dividido en espacios subterráneos y celestes que estaban interconectados, y en los cuales vivían las divinidades.

Las manifestaciones artísticas de la cultura Olmeca estaban fuertemente influenciadas por la religión y, principalmente, estaban presentes en los centros ceremoniales y sus alrededores; las muestras más importantes de la cultura Olmeca eran las llamadas “esculturas monumentales”, como es el caso de las cabezas colosales, los altares y las estelas.⁵⁰

Los principales aportes a la humanidad fueron: “el tallado de jade, la pintura en piedra, los espejos cóncavos, los sarcófagos de piedra, escultura monumental, sistema de cuenta larga, el cero, las ciudades astronómicamente alineadas, estructura social, plataformas subterráneas, pirámides de tierra recubiertas en piedra”.⁵¹

Esta civilización es de gran importancia para toda la sociedad, puesto que a partir de sus aportes las siguientes culturas en América pudieron continuar y progresar con la investigación de nuevos sucesos, logrando el avance que hoy en día existe y que hace a los humanos diferentes de todas las demás especies de la tierra.

En resumen, se puede decir que los principales aportes de esta civilización se reflejan en:

- El cero
- Esculturas monumentales
- Calendario
- Ordenación del espacio en las ciudades
- Creación de centros ceremoniales
- Espejos cóncavos
- Sarcófagos de piedra

⁴⁹ Ibid.

⁵⁰ Tomado de <http://www.escolares.net/>

⁵¹ Lowe, ob. cit., p. 64.

7.6.5. Los Chibchas⁵²

La familia comúnmente llamada Chibcha o Muisca⁵³ pobló principalmente los territorios que hoy comprenden los departamentos de Boyacá, Cundinamarca y la parte sureste del departamento de Santander. Esto es particularmente cierto en lo que atañe a la cerámica de ambas regiones que, en muchas ocasiones, se confunde.

7.6.5.1. Escritura de los Chibchas

El análisis del vocablo de raíces netamente indígenas demuestra que los Chibchas tenían idea clara de la escritura en pergamino de donde debió resultar la consecuencia de la lectura que es lo que expresa aquella palabra descompuesta en sus partes constitutivas: *ioque* significa pergamino; *ze* es el nombre de la primera persona que se antepone a los verbos, los cuales terminan en *suca* y el lenguaje se decía *cubun*, de modo que traducida literalmente la palabra *ioquezecubunsuca* equivale a la frase “yo hablo en pergamino”, lo que significa que podían leer y escribir en pergamino.⁵⁴

Además de escribir en pergamino existían las palabras *chihyscua* y *chihyca* que significan pintar y pintor, de las cuales se desprende la palabra *hyca* que significa piedra, ellos podían escribir en piedras o en rocas; se han encontrado escritos por el sistema jeroglífico en piedras, en barro cocido, en los sepulcros antiguos, también se han encontrado fragmentos en tela, algunas de finísimos tejidos, en las cuales es de presumirse que hubieran podido escribir los indios, si hubieran sabido hacerlo.⁵⁵

⁵² Tomado de: Eidt, Robert C., Aboriginal Chibcha Settlement in Colombia, *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 49, No. 4, 1959, pp. 374-392. <http://www.jstor.org/stable/2561512>, <http://www.geocities.com/klausnewmark/chibcha.htm>. Triana, Miguel, *La civilización chibcha, 1859-1930*, Bogotá, Editorial Kelly, 1970, pp. 20, 250.

⁵³ Muisca o muyska.

⁵⁴ Eidt, ob. cit.

⁵⁵ Ibíd.

Figura 7. Ubicación geográfica de la civilización chibcha en Colombia



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Muiscas>

7.6.5.2. Contribuciones para la humanidad⁵⁶

La Chibcha fue una civilización de magníficos orfebres, ceramistas y tejedores de mantas y telas. Son bien conocidos sus célebres “Tunjos” o idolillos que confeccionaban mediante una aleación de oro y cobre con predominio de este último metal, que se distingue con el nombre de “tumbaga”, tan empleado en la metalurgia por los artistas aborígenes.⁵⁷

⁵⁶ Ibid.

⁵⁷ Ibid.

La elaboración de piezas antropomorfas y zoomorfas de oro y cobre obedecía a una alta técnica que incluía procesos de fundición como el denominado a la “cera perdida” y la adición de hilillos de oro para conformar las facciones humanas, por ejemplo, ojos, boca y nariz, lo mismo que ciertos adornos personales. Estos hilos de oro se agregaban por el sistema que hoy se denomina autógeno, muy conocido y difundido entre los Quimbayas, Calimas, Taironas, Chibchas y Sinúes.

Los Chibchas fueron así mismo magníficos ceramistas distinguidos especialmente por la elaboración de vistosas tazas y soberbias múcuras.

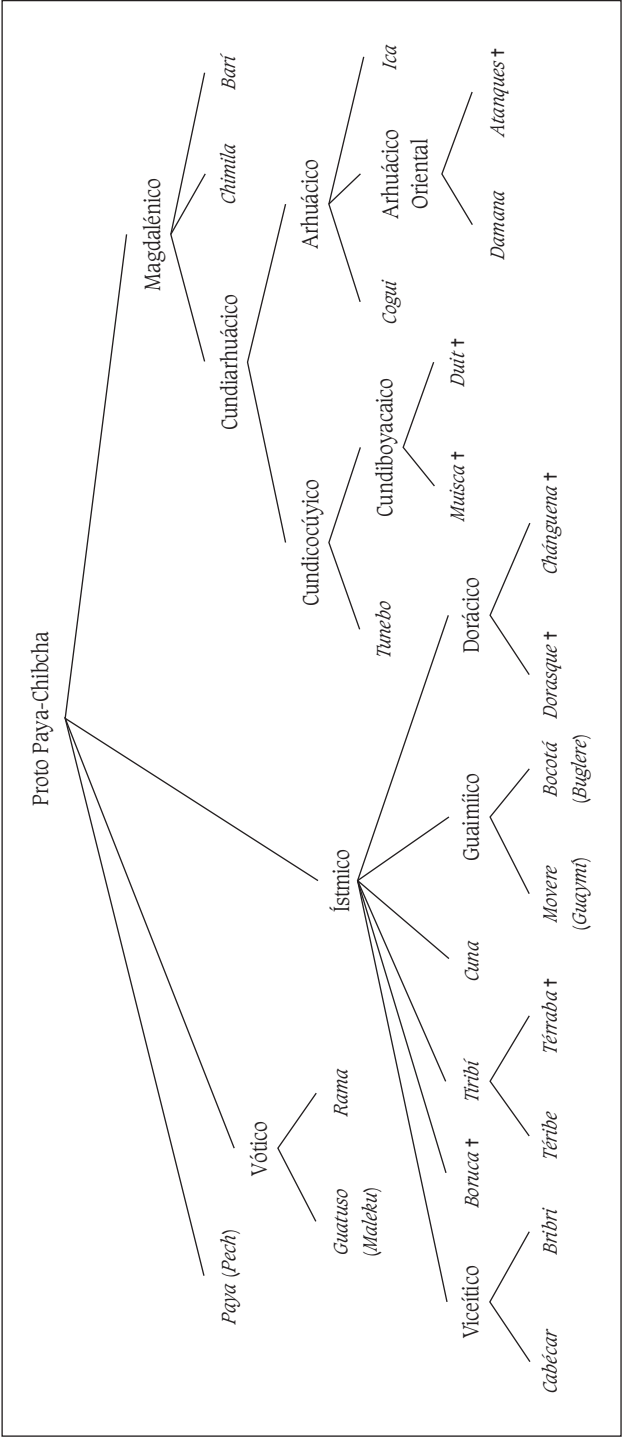
El indio chibcha se caracterizaba por sus rasgos físicos, a saber: baja estatura, piel color cobre, pelo grueso negro, ojos negros, nariz corta, labios delgados, y pómulos pronunciados son algunos de estos rasgos. Los españoles encontraron a los chibchas atractivos, y numerosas declaraciones en las crónicas acentúan la belleza de mujeres indias, sobre todo en el área Guane que hoy corresponde al departamento de Santander, en donde las mujeres de esta región se destacan por su belleza sin con ello excluir a las mujeres de las otras regiones de Colombia cuya belleza interior y exterior es reconocida internacionalmente.⁵⁸

La familia lingüística Chibcha comprende un amplio grupo de idiomas hablados por los pueblos chibchas, cuyo territorio tradicional se extiende desde el noreste de Honduras, la costa Caribe de Nicaragua, el territorio de Costa Rica, Panamá y Colombia, hasta el oeste de Venezuela.

Lo que hasta ahora se ha hecho es un recorrido corto por la historia desde las civilizaciones más antiguas o, por lo menos, de las que se tiene registro y que existieron desde hace unos 4.500 años a. C, para recoger los legados que cada una de ellas dejaron a la humanidad como una forma de apreciar que el conocimiento que hoy se tiene en los diferentes campos ha sido el resultado de la acumulación del conocimiento histórico para entrar a una etapa de la ciencia que se conoce como “el método científico”.

⁵⁸ Ibid.

Figura 8. Clasificación de las lenguas chibchas, según Adolfo Constenla



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/chibchas>

Capítulo II

Breve historia del método científico

1. Filósofos y científicos que dejaron huella y que existieron antes de Cristo

1.1. Thales de Mileto

Nació en el año 640 a. C. en la ciudad de Mileto, y murió en la misma ciudad en el 546 a. C. Sus padres fueron Examyas y Cleobulina. Fue maestro de Anaximandro. Ninguno de sus escritos se encontró, por lo que es difícil saber exactamente cuáles fueron sus descubrimientos matemáticos. Probablemente se le atribuyan descubrimientos que no le corresponden. Lo que se sabe de Thales proviene de Aristóteles. Según Proclo, primero fue a Egipto donde entró en contacto con la Geometría que luego introdujo a Grecia¹.

La opinión antigua es unánime al considerar a Thales como un hombre excepcionalmente inteligente y como el primer filósofo, científico y matemático griego, pero actuaba como un ingeniero. Es considerado el primero de los Siete Sabios Griegos. El hecho concreto que más aseguró su reputación fue la predicción de un eclipse de sol en 585 a. C., que tuvo lugar exactamente el 28 de mayo del año que él había predicho. Igualmente fue el primero en mantener que la luna brilla por el reflejo del sol.²

Tomó prestada la geometría de los egipcios y con bases antiguas se le atribuye la creación de la matemática deductiva. Se le asignan entre otros los siguientes teoremas: a) un ángulo inscrito en una semicircunferencia es un ángulo recto; b) todo círculo queda dividido en dos partes iguales por un diámetro; c) los ángulos básicos en un triángulo isósceles son iguales; d) los ángulos opuestos por el vértice que se forman al cortarse dos rectas, son iguales; e) si dos triángulos son tales que dos ángulos y un lado de uno de ellos son respectivamente iguales a dos ángulos y un lado del otro, entonces los dos triángulos son iguales.³

¹ Anónimo. Thales de Mileto y vida. En: www.webdianoia.com/presocrat/tales.htm

² *Ibíd.*

³ *Ibíd.*

Midió la altura de las pirámides tomando como base la altura de sus sombras en el momento en el cual la sombra de una persona es igual a su altura. Este razonamiento no parece surgir de conocimientos geométricos sino más bien de una observación empírica. Creyó que en el momento en que la sombra de un objeto coincide con su altura, también eso es válido para cualquier objeto, por ejemplo, la pirámide. Luego utilizó conceptos similares al de la semejanza de triángulos. Creía que la tierra era un disco plano que flotaba sobre agua y que todas las cosas venían del agua. Explicaba los terremotos por el hecho de que la tierra flota sobre agua. Fue el primero en tratar de explicar estos fenómenos en forma racional y no por medios sobrenaturales.⁴

Los legados a la ciencia de Thales de Mileto fueron sus trabajos en: electricidad, fuego, agua, tierra, aire y las sustancias fundamentales

1.2. Pitágoras de Samos (aproximadamente 582-507 a. C.)

Fue un filósofo y matemático griego que nació en la isla de Samos. Siendo muy joven viajó a Mesopotamia y Egipto, fue enviado por su tío, Zoilo, a Mitilene a estudiar con Ferécides de Syros. Tras regresar a Samos, finalizó sus estudios y fundó su primera escuela durante la tiranía de Polícrates. Abandonó Samos para escapar de la tiranía y se estableció en la Magna Grecia, en Crotona alrededor del 525 a. C., donde fundó su segunda escuela.⁵

Las doctrinas de este centro cultural eran regidas por reglas estrictas de conducta. Su escuela, aunque rigurosamente esotérica, estaba abierta a hombres y mujeres indistintamente, y la conducta discriminatoria estaba prohibida. Sus estudiantes pertenecían a todas las razas, religiones, y estratos económicos y sociales. Tras ser expulsados por los pobladores de Crotona, los pitagóricos se exiliaron en Tarento donde se fundó su tercera escuela.⁶

A su escuela de pensamiento se la conocía como los pitagóricos y afirmaban que la estructura del universo era aritmética y geométrica. Políticamente apoyaron el partido dórico, obteniendo grandes cuotas de poder hasta el siglo V, en el que fueron perseguidos y donde muchos de sus miembros murieron. La hermandad estaba dividida en dos partes: los estudiantes y los oyentes. Los estudiantes aprendían las enseñanzas matemáticas, religiosas y filosóficas

⁴ Ibid.

⁵ <http://ast.wikipedia.org/wiki/Pit%C3%A1goras>

⁶ Ibid.

directamente de su fundador, mientras que los oyentes se limitaban a ver el modo de comportarse de los pitagóricos.

Pitágoras pasa por ser el introductor de pesos y medidas, y elaborador de la teoría musical; el primero en hablar de “teoría” y de “filósofos”, en postular el vacío, en canalizar el fervor religioso en fervor intelectual, en usar la definición y en considerar que el universo es una obra sólo descifrable a través de las matemáticas. Fueron los pitagóricos los primeros en sostener la forma esférica de la tierra y postular que ésta, el sol y el resto de los planetas conocidos, no se encontraban en el centro del universo, sino que giraban en torno a una fuerza simbolizada por el número uno.⁷

A pesar de no saberse mucho sobre la niñez de Pitágoras se puede afirmar que ciertamente era instruido, aprendió a tocar la lira, a escribir poesía y a recitar a Homero. El esfuerzo para elevarse a la generalidad de un teorema matemático a partir de su cumplimiento en casos particulares ejemplifica el método pitagórico para la purificación y perfección del alma, que enseñaba a conocer el mundo como armonía; en virtud de ésta, el universo era un cosmos, es decir, un conjunto ordenado en el que los cuerpos celestes guardaban una disposición armónica que hacía que sus distancias estuvieran entre sí en proporciones similares a las correspondientes a los intervalos de la octava musical. En un sentido sensible, la armonía era musical; pero su naturaleza inteligible era de tipo numérico, y si todo era armonía, el número resultaba ser la clave de todas las cosas.⁸

1.3. Demócrito de Abdera (460-370 a. C.)

Nació en la ciudad de Abdera en el norte de Grecia en el año 460 a. C., se considera que fue el más prolífero e influyente filósofo griego antes de Sócrates. Su teoría del átomo es considerada su más influyente aporte al pensamiento griego.⁹

Demócrito fundó la doctrina atomista, que concebía el universo constituido por innumerables corpúsculos o átomos sustancialmente idénticos, indivisibles (“átomo” significa, en griego, inseparable), eternos e indestructibles, que se encuentran en movimiento en el vacío infinito y difieren entre sí únicamente

⁷ Ibid.

⁸ Ibid.

⁹ <http://en.wikipedia.org/wiki/Democritus>

en cuanto a sus dimensiones, su forma y su posición. La inmutabilidad de los átomos se explica por su solidez interior, sin vacío alguno, toda vez que, todo proceso de separación se entiende producido por la posibilidad de penetrar, como con un cuchillo, en los espacios vacíos de un cuerpo; cualquier cosa sería infinitamente dura sin el vacío, el cual es condición de posibilidad del movimiento de las cosas existentes.¹⁰

Para Demócrito, todo cuanto hay en la naturaleza es combinación de átomos y vacío: los átomos se mueven de una forma natural e inherente a ellos y, en su movimiento, chocan entre sí y se combinan cuando sus formas y demás características así lo permiten; las disposiciones que los átomos adoptan y los cambios que experimentan están regidas por un orden causal necesario. En el universo, las colisiones entre átomos dan lugar a la formación de torbellinos a partir de los que se generan los diferentes mundos, entre los cuales algunos se encuentran en proceso de formación, mientras que otros están en vías de desaparecer. Los seres vivos se desarrollan a partir del cieno primitivo por la acción del calor, relacionado con la vida como también lo está el fuego; de hecho, los átomos del fuego y los del alma son de naturaleza similar, más pequeña y redondeada que los demás.

La ética de Demócrito se basa en el equilibrio interno, conseguido mediante el control de las pasiones por el saber y la prudencia, sin el recurso a ninguna idea de justicia o de naturaleza que se sustraiga a la interacción de los átomos en el vacío. Según Demócrito, la aspiración natural de todo individuo no es tanto el placer como la tranquilidad de espíritu (*eutimia*); el placer debe elegirse y el dolor evitarse, pero en la correcta discriminación de los placeres radica la verdadera felicidad.

El apologista cristiano Hipólito recoge un texto de Demócrito de aire sorprendentemente moderno:¹¹

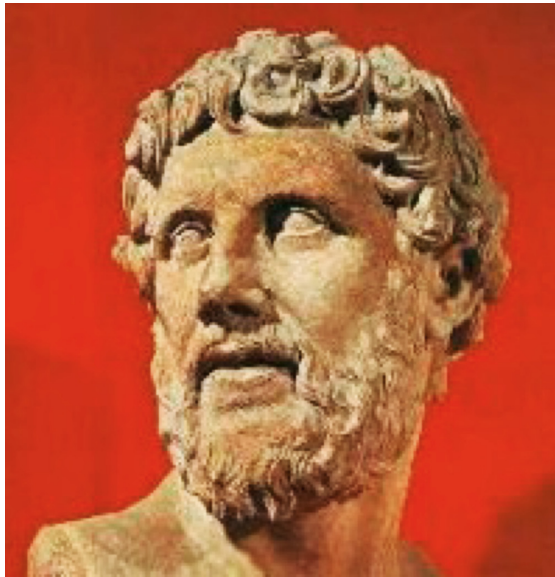
Existen innumerables mundos, de tamaños diferentes. En algunos de ellos no hay ni sol ni luna, en otros el sol y la luna son más grandes que los de nuestro mundo y otros tienen más de un sol y más de una luna. Las distancias entre los mundos son irregulares, más en una dirección y menos en otra; y mientras unos florecen, otros decaen. Aquí se generan y allá, al colisionar con otros, perecen y se destruyen. Varios mundos carecen de vida vegetal y animal, así como de todo tipo de agua.

¹⁰ Ibid.

¹¹ Tomado de www.cibernous.com/autores/astrobiologia/teoria/historia

Dos mil quinientos años separan esta imaginación democrítea —dicho sea sin el menor afán peyorativo, menos cuando se deriva con justeza de su sistema ontológico y cosmológico— de las contemporáneas teorías de evolución estelar y creación planetaria.

Figura 9. Demócrito de Abdea



Fuente: tomado de <http://www.mondo3.it>

1.4. Sócrates

Filósofo griego que nació en el 469 a. C. y murió en el 399 a. C., considerado como uno de los más grandes tanto de la filosofía occidental como universal y como precursor de Platón y Aristóteles, siendo los tres representantes fundamentales de la filosofía griega.¹²

Con los razonamientos inductivos y la definición universal, Sócrates se adelanta a sus predecesores en cuanto *al método del conocimiento científico*.

A Sócrates le interesaban las definiciones universales porque para él era posible encontrar conceptos válidos, a diferencia de los sofistas que eran relativistas. Para Sócrates el concepto universal no cambia y sigue siendo siempre el mismo, como

¹² <http://en.wikipedia.org/wiki/Socrates>

por ejemplo la definición de hombre como animal racional. Aunque cada hombre tiene diferentes características, todo animal que está dotado de razón es un hombre, aunque actúe en forma instintiva y alocadamente.

Sócrates le otorgaba importancia a las definiciones universales porque su mayor preocupación era la conducta ética y, según su cosmovisión, la definición era la base sólida que necesitaban los hombres para sostenerse en el tembladeral del relativismo sofista.

Estimaba que si se lograra de una vez por todas una definición universal de la justicia válida universalmente, de modo que no variara de Estado en Estado, según las leyes, se podría contar con un elemento confiable sobre el que se podría edificar la moral sólida en forma permanente.¹³

Con respecto a los razonamientos inductivos, Sócrates no lo desarrolló estrictamente desde la lógica, como Aristóteles, sino que su método era la dialéctica o conversación razonada.

Frente a cualquier palabra digna de discusión, manifestando ignorancia, le pedía a aquel que la había empleado, su significado.

La descripción la recibía con beneplácito, solicitándole sin embargo la aclaración de las dificultades que él observaba.

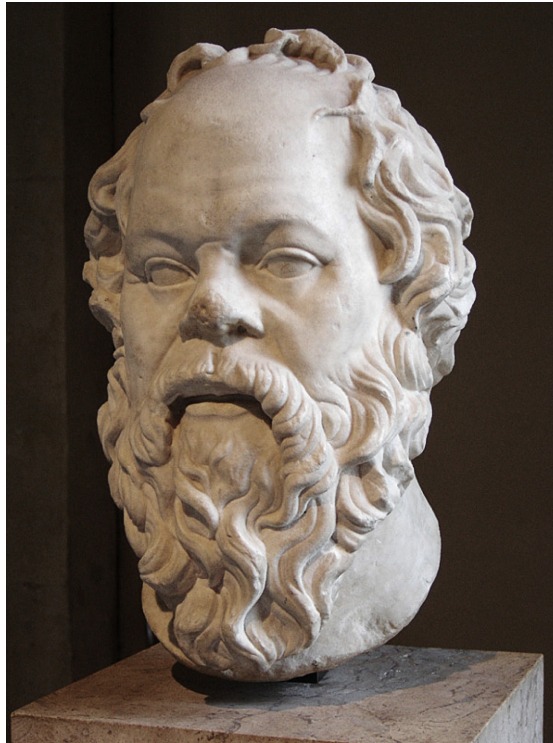
De ese modo, dirigiendo el rumbo de la explicación de su interlocutor, ponía en evidencia lo inadecuado de la definición obligándolo a modificarla hasta llegar al concepto correcto.

La finalidad de todo este proceso era encontrar una definición universalmente válida, con un razonamiento de lo particular a lo universal.

Esta táctica resultaba humillante para aquellos que quedaban como ignorantes frente a los ojos de quienes aparecían frente a Sócrates y los jóvenes haciendo el ridículo, pero no era esa la intención del maestro, lo que él intentaba con este método era descubrir la verdad, obligando a los demás a encontrarla por sí mismos.

Sócrates llamaba a este método mayéutica, palabra relacionada a la obstetricia, no sólo porque se relacionaba con la profesión de su madre sino también porque significaba dar a luz las ideas verdaderas.¹⁴

Figura 10. Sócrates



Tomado de: <http://en.wikipedia.org/wiki/Socrates>

1.5. Platón¹⁵

Filósofo griego, alumno de Sócrates y maestro de Aristóteles, de familia nobilísima y de la más alta aristocracia (hay dos fechas que refieren a su nacimiento: el 427 a. C. y el 400 a. C.) pero hay coincidencia en los escritos acerca de la fecha de su muerte en el 347 a. C.).¹⁶

¹⁴ Ibid.

¹⁵ Cfr. <http://www.biografiasyvidas.com/biografia/p/platon.htm>

¹⁶ <http://books.google.com.co/books?id=2rkHdbb85-sC&pg=PA38&lpg=PA38&dq=%22El+fil%C3%B3sofo+griego+Plat%C3%B3n%22&source=bl&ots=ERLvmSunP7&sig=Ht0DCXHAdJPg722JrkiucHwsvdo&hl=en&>

La teoría de las ideas es la parte básica de la filosofía platónica. En lo fundamental consiste en defender la existencia de lo absoluto (las ideas o formas), frente al que se sitúa el mundo corpóreo, mortal y relativo.

A diferencia del pensamiento cristiano (que también acepta lo absoluto identificándolo con Dios) el absoluto al que se refiere Platón no tiene carácter personal. Platón consideró que la realidad se divide en dos grandes géneros: el Mundo Sensible (también emplea con frecuencia la expresión “mundo visible”) y el Mundo Inteligible o Mundo de las Ideas. Lo absoluto al que él se refiere es precisamente este último ámbito de realidad. El Mundo Sensible es el conjunto de entidades que se ofrecen a los sentidos, realidades particulares, cambiantes, múltiples, que nacen, duran y mueren, y se captan con los sentidos. El Mundo Inteligible o Mundo de las Ideas está poblado por entidades absolutas, universales, independientes, eternas, inmutables; entidades que están más allá del tiempo y del espacio, y que se conocen mediante la parte más excelente del alma, la racional. En este segundo ámbito la realidad más valiosa la constituye la idea del bien (que para muchos autores Platón identifica con Dios). La tarea de la Filosofía consiste en ascender desde el mundo sensible al mundo de las ideas y en éste contemplar la idea de bien (por eso Platón define la filosofía como “una ascensión al ser”). Esta teoría es fundamentalmente una teoría ontológica pero tiene claras repercusiones en otros ámbitos como la antropología, la teoría del conocimiento, la ética y la política.¹⁷

Aunque algunos autores señalan la influencia de elementos religiosos como los pitagóricos o la motivación política para explicar por qué Platón postuló dicha teoría, no hay que olvidar que la motivación más importante es de carácter filosófico y tiene que ver con, al menos, los siguientes argumentos:

- a. La crítica al conocimiento sensible y al relativismo elaborada por Platón en el diálogo *Teetetos*.

En este diálogo muestra que el conocimiento no puede referirse a lo que se ofrece a los sentidos o cosas sensibles pues dichas cosas conducen al relativismo y el relativismo al absurdo; por ello es preciso

i=FifWSr6dBIKUtgE71ZWZDA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CagQ6AEwAA#v=onepage&q=%22El%20fil%C3%B3sofo%20griego%20Plat%C3%B3n%22&f=false

¹⁷ Idem.

suponer que el conocimiento estricto o absoluto necesita referirse a entidades absolutas a las que llamará “ideas”; en muchas ocasiones Platón dice que la única alternativa al relativismo es su Teoría de las ideas.

- b. El uso del lenguaje y el problema de la referencia de los términos universales.

Según Platón, términos universales como los nombres comunes (“mesa”, “casa”...), los adjetivos (“bueno”, “bello”...) o los sustantivos abstractos (“virtud”, “belleza”, “bien”...) no se refieren directamente a las cosas individuales que se ofrecen a los sentidos (esta mesa concreta, este hombre concreto, este cuadro bello concreto...) sino a entidades universales como la Belleza, el Bien, el Hombre... Estas entidades o formas son lo que tradicionalmente se denominan esencias de las cosas pero, desde su punto de vista, separadas de las cosas individuales, las cuales participan o imitan a dichas formas (la mesa concreta es mesa porque de algún modo participa de la Idea de Mesa...); Aristóteles llamará a esta prueba argumento del “uno sobre muchos”.¹⁸

- c. La posibilidad del conocimiento científico.

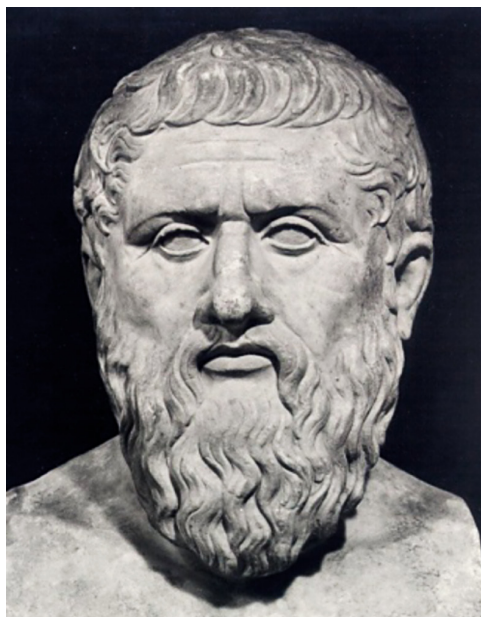
En el diálogo *Crátilo*, Platón parte de la existencia del conocimiento para demostrar la existencia de objetos no sensibles e inmutables. Aristóteles llamará más tarde “argumento desde las ciencias” a esta demostración y se puede resumir del siguiente modo:

1. las cosas sensibles están en continuo cambio;
2. la ciencia no puede hacerse de lo que está en continuo cambio;
3. luego la ciencia no se puede referir a las cosas sensibles sino a entidades que no cambian (entidades que Platón llamará “ideas o formas”).¹⁹

¹⁸ Idem.

¹⁹ Idem.

Figura 11. Platón



Fuente: tomado de filosofia.laguia2000.com.

1.6. Aristóteles (384-322 a. C.)

Natural de Stagira, en Grecia, fue uno de los más grandes filósofos de la historia universal. Se inclinó por la política y la filosofía práctica. Fue discípulo de Platón y profesor de Alejandro Magno. Su obra es completa pues abarcó una gran cantidad de temas como: filosofía, matemáticas, física, estudio de la naturaleza, política. A pesar de haber sido discípulo de Platón, posteriormente fue uno de sus críticos.

En el año 342 a. C., el rey Filipo II de Macedonia lo llamó para que instruyera a su hijo que luego se convertiría en el Gran Alejandro Magno. Cuando Alejandro murió, a muy temprana edad, se generaron una serie de disturbios en Atenas y Aristóteles se vio obligado a emigrar, y murió en la isla de Eubea después de haber dejado un gran legado para la humanidad.

Las grandes temáticas trabajadas por Aristóteles fueron: la metafísica, que se convirtió en una de sus grandes pasiones pues se trataba del estudio de la naturaleza; la física con la teoría del acto y la potencia; el paso de la cosmología a la teología; antropología, ética, el conocimiento y la política,

con respecto a esto último Aristóteles decía que el hombre es un ser social y político, y hacía una integración entre la ética y la política pues indicaba que ambas trataban de la felicidad y el bienestar de los seres humanos.

1.7. Arquímedes (287-212 a. C.)

Fue el más grande matemático de la antigüedad y, quizás, el más grande calculista de Grecia y del mundo antiguo. Desarrolló métodos para computar áreas y volúmenes de círculos, espirales, parábolas, esferas, cilindros, conos y otros sólidos de revolución. Aplicó el método de la *exhaustividad* a un amplio rango de problemas que hoy corresponderían a aplicaciones típicas de las integrales. Se le considera el fundador del cálculo integral y de la físico-matemática. Descubrió la ley de flotación de los cuerpos en el agua.

2. Filósofos y científicos que dejaron huella y que existieron después de Cristo

Tras la caída del Imperio Romano de Occidente (476 d. C.) gran parte de Europa perdió contacto con el conocimiento escrito y se inició la Edad Media. A este largo periodo de estancamiento también se le ha conocido como “Edad Oscura”. En la actualidad, es más común considerar el desarrollo de la ciencia como un proceso continuado y gradual, con sus antecedentes también medievales.

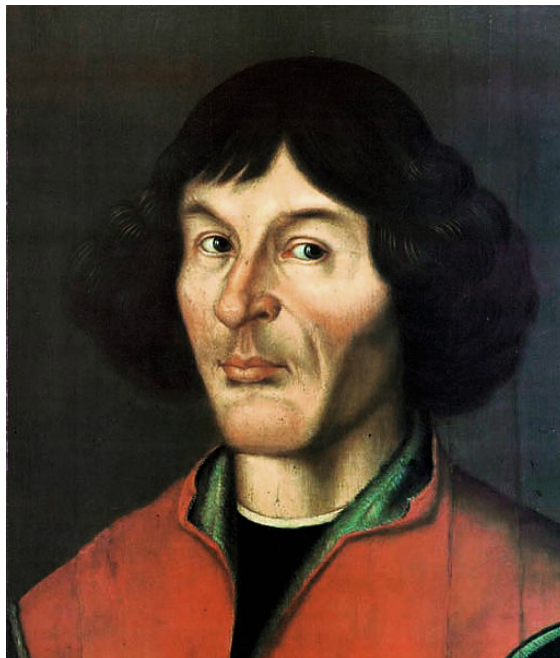
El Renacimiento (siglo XIV en Italia), llamado así por el redescubrimiento de trabajos de antiguos pensadores, marcó el fin de la Edad Media y fundó cimientos sólidos para el desarrollo de nuevos conocimientos. De los científicos de esta época se destaca Nicolás Copérnico, a quien se le atribuye haber iniciado la revolución científica con su teoría heliocéntrica.

Entre los pensadores más prominentes que dieron forma al método científico y al origen de la ciencia como sistema de adquisición de conocimiento vale la pena destacar a: Roger Bacon (1214-1294) en Inglaterra, a René Descartes (1596-1650) en Francia, y a Galileo Galilei (1564-1642) en Italia. Este último fue el primer científico que basó sus ideas en la experimentación y que estableció el método científico como la base de su trabajo. Por ello es considerado el padre de todas las ciencias modernas.

Tal y como se hizo con algunos de los grandes pensadores y filósofos de la Grecia antigua, aquí se presentará una breve descripción de estos cuatro pensadores, incluyendo a Nicolás Copérnico, para ver sus aportes al desarrollo de lo que hoy se conoce como método científico.

2.1. Nicolás Copérnico (1473-1543)

Figura 12. Nicolás Copérnico



Tomado de: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Nikolaus_Kopernikus.jpg

Fue el primer astrónomo que formuló la teoría heliocéntrica, la cual desplaza a la tierra como el centro del universo, su libro sobre la revolución de la esfera celestial, publicado en 1543, justamente antes de su muerte, es con frecuencia citado como el punto de partida de la astronomía moderna y como el comienzo de la verdadera revolución científica. Su modelo heliocéntrico, con el sol como el centro del universo, demostró que los objetos celestiales pueden ser explicados sin colocar a la tierra como el centro del universo. Su trabajo estimuló, e incluso impulsó, investigaciones posteriores, constituyéndose en

una marca en la historia de la ciencia que con frecuencia es referida como la “revolución copérnica”.²⁰

2.2. Roger Bacon (1214-1294)

Monje inglés, apodado el “Doctor Admirable”, y uno de los sabios más ilustres de todos los tiempos. Nacido en Ilchester en la Provincia de Somerset, en Inglaterra en 1214; murió en Oxford en 1294. Estudió en Oxford y después en la Universidad de París, en la que recibió el grado en doctor en Teología; a su regreso, fijó su residencia en Oxford y se dedicó al estudio profundo de las lenguas, a la aplicación de las matemáticas y la ciencia experimental (*scientia experimentalis*), a la que consagró un capítulo de su *Opus Majus*.²¹

Aprendió los idiomas latino, hebreo, griego y árabe, demostró en su libro *Opus Majus* la necesidad de reformar la gramática y el conocimiento de las lenguas a fin de dar un fundamento en la Teología; consideró las matemáticas como un instrumento para penetrar los dominios de las otras ciencias; afirmó que el cálculo era como la primera de las ciencias, a la que todas preceden y nos prepara para comprender todas. En el tercer periodo de su vida al parecer realizó experimentos de física y química.

Propuso antes que ningún otro la reforma del calendario juliano; halló insuficiente el sistema astronómico de Ptolomeo; fue en óptica, el precursor de Galileo y Newton; formuló observaciones sobre los fenómenos de la propagación, de la reflexión y la refracción de la luz, sobre la formación del arco iris, y la dimensión extraordinaria del sol y de la luna; rechazó, contra lo dicho por Aristóteles, la teoría de la propagación instantánea; sostuvo que las estrellas tenían luz propia. No falta el que diga que fue el inventor del microscopio, el telescopio y de la pólvora.

En filosofía fue el padre del método experimental y el precursor de su compatriota y homónimo Francis Bacon.

Sus principales obras fueron: *Epístola Fratris Rogerii Baconis de secretis operibus artis et naturæ, et de nullitate magiæ* (París, 1542, en 4.º; Basilea, 1593, en 8.º; Hamburgo, 1598, 1618, en 8.º). *Opus Majus* (Londres, 1733, en folio).

²⁰ Tomado de http://en.wikipedia.org/wiki/Nicolaus_Copernicus

²¹ Tomado de <http://www.e-torrededabel.com/Enciclopedia-Hispano-Americana/V3/Roger-Bacon-biografia-D-E-H-A.htm>

2.3. René Descartes (1596-1650)

Nació en La Haye, Francia, el 31 de marzo de 1596, y murió en Estocolmo el 11 de febrero de 1650. Se educó en el colegio jesuita de La Flèche (1604-1612), donde gozó de un cierto trato a favor en atención a su delicada salud. Obtuvo el título de bachiller y de licenciado en Derecho por la Facultad de Poitiers (1616), y a los veintidós años partió hacia los Países Bajos, donde sirvió como soldado en el ejército de Mauricio de Nassau. En 1619 se enroló en las filas del Duque de Baviera; el 10 de noviembre, en el curso de tres sueños sucesivos, experimentó la famosa “revelación” que lo condujo a la elaboración de su método. Fue filósofo, matemático y científico. Es considerado como el pionero de la filosofía moderna y el creador de la noción de sujeto.²²

Tras renunciar a la vida militar, Descartes viajó por Alemania y los Países Bajos y regresó a Francia en 1622 para vender sus posesiones y asegurarse así una vida independiente; pasó una temporada en Italia (1623-1625) y se afincó luego en París, donde se relacionó con la mayoría de científicos de la época. En 1628 decidió instalarse en los Países Bajos, lugar que consideró más favorable para cumplir los objetivos filosóficos y científicos que se había fijado, y residió allí hasta 1649.²³

Los cinco primeros años los dedicó principalmente a elaborar su propio sistema del mundo y su concepción del hombre y del cuerpo humano, que estaba a punto de completar en 1633 cuando, al tener noticia de la condena de Galileo Galilei, renunció a la publicación de su obra, que tendría lugar póstumamente.

En 1637 apareció su famoso *Discurso del método*, presentado como prólogo a tres ensayos científicos. Descartes proponía una duda metódica que sometiese a juicio todos los conocimientos de la época, aunque, a diferencia de los escépticos, la suya era una duda orientada a la búsqueda de principios últimos sobre los cuales cimentar sólidamente el saber. Este principio lo halló en la existencia de la propia conciencia que duda, en su famosa formulación “pienso, luego existo”. Sobre la base de esta primera evidencia, pudo desandar en parte el camino de su escepticismo, hallando en Dios el garante

²² Tomado de http://es.wikipedia.org/wiki/Ren%C3%A9_Descartes#Filosof.C3.ADa

²³ Descartes, René, *Dos opúsculos*, México, Dirección General de Publicaciones, 1972.

último de la verdad de las evidencias de la razón, que se manifiestan como ideas “claras y distintas”.

El método cartesiano, que Descartes propuso para todas las ciencias y disciplinas, consiste en descomponer los problemas complejos en partes progresivamente más sencillas hasta hallar sus elementos básicos, las ideas simples, que se presentan a la razón de un modo evidente, y proceder a partir de ellas, por síntesis, a reconstruir todo el complejo, exigiendo a cada nueva relación establecida entre ideas simples la misma evidencia de éstas.

Los ensayos científicos que seguían ofrecían un compendio de sus teorías físicas, entre las que destaca su formulación de la ley de inercia y una especificación de su método para las matemáticas. Los fundamentos de su física mecanicista, que hacía de la extensión la principal propiedad de los cuerpos materiales, los situó en la metafísica que expuso en 1641, donde enunció así mismo su demostración de la existencia y la perfección de Dios y de la inmortalidad del alma. El mecanicismo radical de las teorías físicas de Descartes, sin embargo, determinó que fuesen superadas más adelante.

Pronto su filosofía empezó a ser conocida y comenzó a hacerse famoso, lo cual le acarreó amenazas de persecución religiosa por parte de algunas autoridades académicas y eclesiásticas, tanto en los Países Bajos como en Francia. En 1649 aceptó la invitación de la reina Cristina de Suecia y se desplazó a Estocolmo, donde murió cinco meses después de su llegada a consecuencia de una neumonía.

Descartes es considerado como el iniciador de la filosofía racionalista moderna por su planteamiento y resolución del problema de hallar un fundamento del conocimiento que garantice la certeza de éste, y como el filósofo que supone el punto de ruptura definitivo con la escolástica.²⁴

Algunas de sus frases célebres:

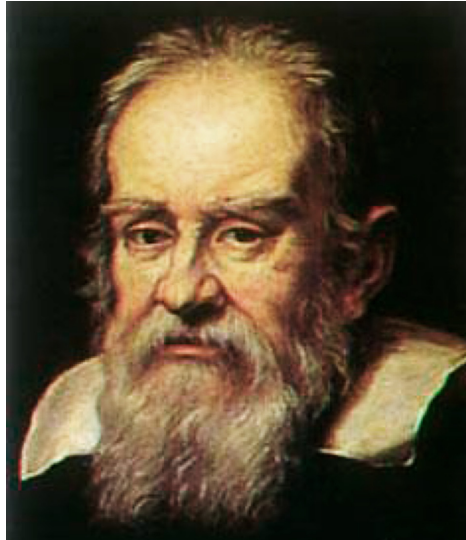
1. Daría todo lo que sé, por la mitad de lo que ignoro.
2. Vivir sin filosofar es, propiamente, tener los ojos cerrados, sin tratar de abrirlos jamás.
3. La matemática es la ciencia del orden y la medida, de bellas cadenas de razonamientos, todos sencillos y fáciles.

²⁴ Ibid.

4. Lo poco que he aprendido carece de valor, comparado con lo que ignoro y no desespero en aprender.
5. La filosofía es la que nos distingue de los salvajes y bárbaros; las naciones son tanto más civilizadas y cultas cuanto mejor filosofan sus hombres.
6. Para investigar la verdad es preciso dudar, en cuanto sea posible, de todas las cosas.

2.4. Galileo Galilei (1564-1642)

Figura 13. Galileo Galilei



Nació en Pisa, Italia. Empezó estudiando medicina en la Universidad de Pisa, pero abandonó esta carrera por su interés en el estudio de las matemáticas y la geometría. Desempeñó un papel fundamental en el movimiento intelectual que transformó la imagen medieval del universo y sentó las bases de la concepción de la naturaleza propia de la ciencia moderna. Es considerado como el padre de la ciencia moderna, toda vez que defendió el uso de las matemáticas en la naturaleza, asentó el procedimiento científico y propició el divorcio de la Iglesia con la ciencia.²⁵

²⁵ Cecil Dampier, William, Los orígenes en *Historia de la ciencia y sus relaciones con la filosofía y la religión*.

Galileo comenzó enseñando matemáticas, escribió varios tratados sobre fortificaciones, mecánica y astronomía para uso de sus alumnos, y construyó instrumentos mecánicos como un termoscopio o termómetro de aire. Galileo continuó con sus estudios sobre el movimiento, iniciando sus investigaciones sobre el péndulo, los proyectiles y el movimiento uniformemente acelerado en el plano inclinado, lo que le llevó a la formulación y demostración matemática de las primeras leyes del movimiento, que se encontraban en clara oposición con las teorías aristotélicas. Inició sus estudios en astronomía donde descubrió que se producían cambios en los cielos. Galileo dirige su telescopio hacia las estrellas y planetas, y realiza descubrimientos astronómicos como las montañas de la Luna, fases de Venus y los satélites de Júpiter.²⁶

Entre 1585 y 1586 dedicó su tiempo a enseñar en la cátedra de matemáticas en la Universidad de Pisa. Para este último año Galileo Galilei escribió su primer libro titulado *La Balancitta* (La pequeña balanza) “que describía el método de Arquímedes para hallar las gravedades específicas (es decir, las densidades relativas) de las sustancias usando una balanza”. En el año de 1632 publicó *El diálogo acerca de los dos sistemas principales del mundo - Tolomaico y Copernicano*, el cual está a favor de las teorías copernicanas.

La obra que le hizo merecedor del título de Padre de la Física Matemática fue *Discursos y demostraciones en torno a dos nuevas ciencias relacionadas con la mecánica*. Esta obra sentó las bases físicas y matemáticas para un análisis del movimiento, y se convirtió en la base de la ciencia de la mecánica. Galileo creó dos nuevas ciencias conocidas en la actualidad como dinámica y resistencia de materiales. En 1615 Galileo se traslada a Roma para dar cuenta de sus opiniones ante la Inquisición acerca de su hipótesis de que el Sol está en el centro del Universo y los demás planetas giran alrededor de él. Las autoridades eclesiásticas declaran que esta hipótesis es filosóficamente absurda, formalmente herética y errónea teológicamente. Sus teorías, por su carácter polémico para la época, le provocaron la condena de la Iglesia católica debido a que rebatieron las nociones heredadas del aristotelismo y de la escolástica cristiana. Esta constatación de las teorías copernicanas, contraria a la cosmología de Tolomeo vigente hasta entonces, desempeñó un papel fundamental para edificar la moderna visión del universo. Fue condenado a

²⁶ Tomado de: http://www.galileogalilei.org/galileovive_esp.html

cadena perpetua por herejía a causa de su creencia en la que afirmaba que la tierra gira alrededor del sol, y muere en enero de 1642.

Puede considerarse a Galileo como el fundador de la Astronomía moderna, y más en general, como el introductor del método experimental en la investigación científica. Sus resultados como físico y astrónomo muestran la importancia de Galileo al haber creado una mentalidad científica nueva. Por estos motivos, puede considerarse a Galileo como el fundador de la ciencia moderna, basada en la observación de los hechos, la realización de experimentos y la formulación de teorías. En la historia de la cultura, Galileo se ha convertido en el símbolo de la lucha contra la autoridad y de la libertad en la investigación.

2.4.1. Aportes

- En el año de 1602, mediante el estudio de los planos inclinados y el péndulo público la ley de la caída de los cuerpos, la cual afirmaba que la distancia que un cuerpo se mueve a partir del reposo bajo una aceleración uniforme es proporcional al cuadrado del tiempo empleado.
- Estudió la forma y superficie de la Luna, descubrió lunas en otros planetas y encontró diferencias entre los planetas y las estrellas, que mostraban inequívocamente que las estrellas se encontraban a distancias mayores.
- Publicó el Principio de inercia en el cual se afirma que “el estado ‘natural’ de movimiento de un cuerpo es el de mantener su velocidad. Si inicialmente está en reposo se mantendrá en reposo. Pero si inicialmente se mueve con una cierta velocidad no nula, y si no está sometido a ninguna acción externa, mantendrá su velocidad constante”.
- Realizó una serie de aportes al método científico en los cuales afirmaba que el método consistía “en la demostración rigurosa, tomando como modelo la matemática, aplicada a enunciaciones ciertas y comprobadas por medio de la experiencia. Creía que luego de hecha la experiencia, observada objetivamente, utilizando el método demostrativo de la matemática es imposible que haya errores”. El método

era para él lo mismo que lo era para Aristóteles, todo en principio se basaba en la experiencia por medio de los sentidos.²⁷

2.4.2. El método científico y Galileo

Galileo establece a la experimentación como la base fundamental de la mecánica moderna. Al crear una técnica de experimentación controlada, deviene en el padre del método científico de laboratorio. Ligó íntimamente el experimento y la teoría, las matemáticas con la observación del mundo. Basó su ciencia en el *aprendizaje inductivo* del movimiento de las cosas naturales:

1. Observar y medir los hechos naturales.
2. Descubrir las leyes que los rigen.

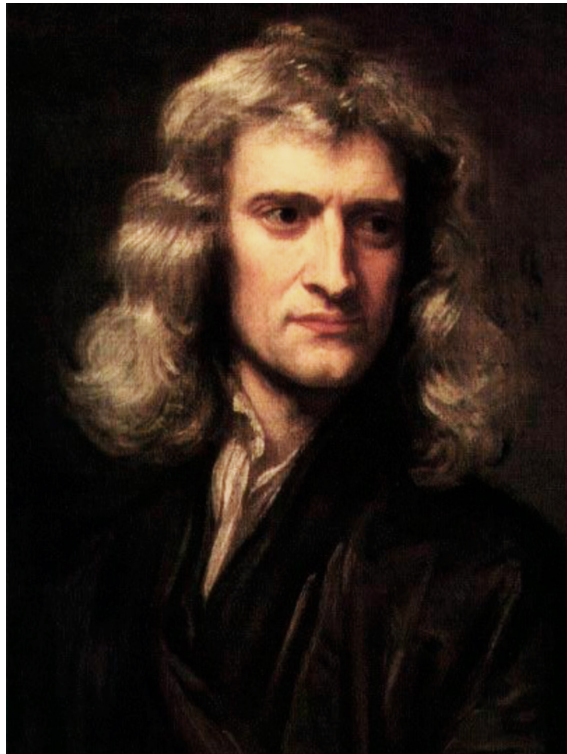
Galileo estableció la experimentación como la base del conocimiento en su ejemplo histórico de aplicación: la caída libre de los cuerpos.

- (G1) Partiendo de datos medidos u observados previamente, se crea un modelo ideal del experimento burdo, el cual es repetido, quedando así precisado en la práctica.
- (G2) Mediante la repetición del mismo experimento se obtiene un promedio de magnitudes medidas. Así se introducen correcciones.
- (G3) Las magnitudes obtenidas son el punto de partida para formular una ley matemática. De ella se deducen consecuencias lógicas.
- (G4) Estas consecuencias se comprueban después en otros experimentos y sirven de confirmación indirecta de la ley o hipótesis adoptada.

²⁷ Tomado de http://aportes.educ.ar/fisica/nucleo-teorico/recorrido-historico/parados-sobre-hombros-de-gigantes/galileo_relatividad_inercia_y.php

2.5. Isaac Newton (1643-1727)

Figura 14. Isaac Newton



Tomado de: - <http://en.wikipedia.org/wiki/File:GodfreyKneller-IsaacNewton-1689.jpg>

Fue un físico, matemático, astrónomo, filósofo natural y teólogo inglés. Es considerado uno de los más grandes científicos de la historia de la humanidad. Su libro publicado en 1687, *The principia*, es considerado uno de los más influyentes en la historia de la ciencia. En ese libro, Newton describió la ley de la gravitación universal y las tres leyes que dominaron la ciencia sobre la física del universo por los siguientes treientos años.²⁸

La época y la personalidad de Newton fueron distintas a las de Galileo. Newton fue un hombre genial, nervioso y timorato, susceptible y enemigo de controversias. Fue un verdadero genio (trabajo 95% inspiración 5%). A él se le atribuyen:

²⁸ Tomado de: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:GodfreyKneller-IsaacNewton-1689.jpg>

Cálculo diferencial e integral
 La mecánica clásica, dinámica y estática
 La ley de la gravitación y la óptica
 El T. del binomio y la ley de enfriamiento
 Propiedades de los sólidos y de los fluidos

Por la magnitud de su obra, fue y es hasta hoy en día, el más grande de todos los físico-matemáticos.

La Ley de la Gravitación de Newton explicó de un solo golpe todo el aparente caos celeste de su época: Copérnico, leyes de Kepler, movimientos de planetas y satélites, movimiento de la Luna, mareas y cometas.

A diferencia de la forma deductiva, axiomática griega, la ley de la Gravitación es inductiva, deriva de las tres leyes de Kepler. Estas a su vez se inducen de miles de observaciones hechas por Tycho Brahe (1500).

En los *Principia Mathematica*, de las tres leyes del movimiento más la gravitación, se deduce en forma puramente matemática todo el Sistema Solar.

- (N1) La observación de la realidad y además la experimentación metódica, llevan al investigador, mediante inducción general, a establecer una ley o hipótesis.
- (N2) Una vez enunciada la ley, ésta se aplica a una situación particular, deduciendo matemáticamente cómo se comportarían los objetos reales.
- (N3) Se comprueba en la práctica la veracidad de los resultados obtenidos mediante la deducción. Si ellos son positivos, se corrobora a posteriori la validez de la ley.
- (N4) Se repite el proceso en una gran cantidad de casos particulares. Si sus resultados son coherentes, se acepta la ley como general, hasta que se descubre algún otro fenómeno que no sea explicable por ella.

2.6. Johannes Kepler y sus tres leyes (1571-1630)

Fue un matemático, astrónomo y astrólogo alemán y una figura clave en la revolución científica del siglo XVII. Algunos de sus trabajos más significativos fueron: *La Nueva Astronomía*, *La armonía del mundo* y el trabajo sobre la astronomía copérnica.

Las tres Leyes de Kepler son inductivas, provienen de representar o modelar gran cantidad de mediciones:

(K1) Los planetas describen órbitas elípticas. El Sol es uno de los focos.

(K2) El vector de posición de cualquier planeta, con respecto al Sol como origen, barre áreas iguales de su elipse en tiempos iguales.

(K3) $P^2 = kr^3a$

(P = periodo de revolución, r = distancia al sol).

3. Características generales del método científico (MC)

El propósito central de la ciencia es la búsqueda de la verdad.

La verdad es la adecuación de la idea con el objeto.

La metodología general empleada para tratar de descubrir verdades acerca de la Naturaleza, es el método científico.

La esencia del método científico es la verificación experimental de teorías e hipótesis.

Cualquier hipótesis que falla en predecir lo que afirma que puede predecir, se considera falsa.

Ninguna teoría se considera jamás como una verdad absoluta o indubitable.

Es de esperarse que todas las teorías actuales sean reemplazadas en el futuro por teorías más verdaderas.

Las teorías más verdaderas hacen mejores y más acertadas predicciones.

Todos los paradigmas, no sólo los científicos, son parcialmente falsos o incompletos.

Es un proceso interminable de evolución científica, a través del juego creativo con nuevas ideas.

El método científico puede enunciarse como un paradigma intelectual, para encontrar la verdad, o bien como:

- Una forma de aprendizaje acelerado, dirigido sobre la naturaleza de los seres y de las cosas.
- Una técnica práctica para descubrir relaciones entre objetos.

- Un tipo de técnica o modo de invención.
- Una forma poderosa de analizar información o bien, un método heurístico de búsqueda y solución de problemas. El problema puede ser *natural* o artificial.

A la base de todo está la *información* disponible.

4. Resumen de las etapas generales del método científico (MC)

Galileo (1564-1642)

Kepler (1571-1630)

Newton (1642-1727)

Otros Miles (1727-2009)

A través de los siglos se ha llegado a un consenso final sobre las características específicas del método científico.

El método científico comprende seis etapas:

1. Recopilación de hechos y datos significativos que permitan la definición del problema.
2. Elaboración de hipótesis que expliquen esos hechos.
3. Deducción mental de las consecuencias que se desprenden de esas hipótesis.
4. Verificación experimental de que las consecuencias deducidas son verdaderas.
5. Creación de una ley general que explique el fenómeno y que resuelva el problema original.
6. Manipulación y transformación de la porción de realidad ligada al problema.

En las últimas décadas la ciencia ha avanzado a pasos agigantados. Se ha convertido en parte de la cultura universal y va ligada al avance tecnológico. Es importante que la divulgación científica llegue a toda la sociedad. Para ello, además de los científicos, los medios de comunicación y los museos tienen

un papel de vital importancia. En la actualidad la difusión del conocimiento se hace a través de redes científicas que conectan los grandes centros de investigación bien sea de universidades o privados con las fuerzas vivas de los países y ello se complementa con los miles de congresos y seminarios que a diario se realizan en el planeta. En el Programa de Alto Nivel en Gestión de la Ciencia, el Conocimiento y la Innovación dictado por varias universidades de Brasil (Universidad de São Paulo), Colombia (Universidades de Antioquia y del Rosario) y los Estados Unidos (Universidad de California en San Diego y Universidad de Harvard), Programa auspiciado por Colciencias y Laspau, y coordinado por la Universidad del Rosario de Bogotá, decía un profesor: “si una persona tiene un conocimiento sobre algo y se lo transmite a una segunda persona el resultado es un “gana-gana” por cuanto ya son dos personas las que tienen ese conocimiento y lo importante del ejemplo, aunque parezca simple, es que la primera persona no pierde su conocimiento original por transmitírselo a otra”.

Para que una sociedad se desarrolle es importante que el conocimiento se transfiera conservando los derechos de autor. El conocimiento almacenado o engavetado no sirve, la sociedad y la humanidad deben beneficiarse de ese conocimiento y es esto lo que le da valor a la investigación.

La historia reciente de la ciencia está marcada por el continuo refinamiento del conocimiento adquirido y el desarrollo tecnológico, acelerado desde la aparición del método científico.

Si bien las revoluciones científicas de finales del siglo XIX y principios del siglo XX estuvieron ligadas al campo de la física a través del desarrollo de la mecánica cuántica y la relatividad general, en la actualidad la ciencia se enfrenta a la revolución biotecnológica.

El desarrollo moderno de la ciencia avanza en paralelo con el desarrollo tecnológico, impulsándose ambos campos mutuamente.

Referencias

- Bernal Torres, César Augusto, *Metodología de la investigación para administración y economía*, Bogotá, Pearson Educación de Colombia, 2000.
- Bosch Gimpera, Pedro, Los sumerios, los elamitas y los pueblos asiáticos. En *Historia de oriente*, Primera edición, Ciudad de México, 1970.
- Civilizaciones americanas y el reencuentro de DOS mundos*, Grupo Clasa, Cultura Librería Americana, 1994.
- Dampier, William Cecil, *Historia de la ciencia y sus relaciones con la filosofía y la religión*, Tecnos, 1992.
- Descartes, René, *Dos opúsculos*, México, Dirección General de Publicaciones, 1972.
- Druker, Peter, El nuevo cambio de la productividad, *Oficina eficiente*, Bogotá, Edimédios, enero-febrero de 1996.
- Elisalde, Alonso; Vásquez, Blanco; Fernández Caso, Gurevich, *Ciencias Sociales. América en el mundo contemporáneo*, tercer ciclo, E.G.B., Aique.
- Enciclopedia Temática Ilustrada, Grupo Clasa, Cultura Librería Americana, 1993.
- Fondo Monetario Internacional, *Annual Report*, 2007.
- Lowe, Gareth W., *Mesoamérica Olmeca: diez preguntas*, Colección Científica.
- Piaget, Jean, *Lógica y conocimiento científico. Naturaleza y método de la epistemología*, Buenos Aires, Proteo, 1970.
- Porfirio, *Vida de Pitágoras, argonautas e himnos*, Madrid, Gredos, 1987.
- Sanmartín, Joaquín, *Historia antigua del próximo oriente. Mesopotamia y Egipto*, Ediciones Akal, 2008.
- Triana, Miguel, *La civilización chibcha, 1859-1930*, Bogotá, Editorial Kelly, 1970.

Páginas web consultadas

- Anónimo, Mesopotamia: Genios de la Antigüedad. En <http://www.proyectosalonhogar.com/Tecnologia/Mesopotamia.htm>
- Anónimo, *Thales de Mileto y Vida*. En www.webdianoia.com/presocratales.htm

- Anónimo, *Una civilización repentina*. En <http://www.proyectopv.org/2-verdad/civilizacionrepentina7.htm>
- Antigua Grecia*. En <http://carreno.cuadernosciudadanos.net/vuelta/2009/02/25/antigua-grecia-/>
- Astromia.com. Astronomía en Babilonia. En <http://www.astromia.com/historia/astrobabilonia.htm>, bid, pp. 307-308
- Astronomía Griega*. En <http://www.astromia.com/historia/astrogriega.htm>
- El arte griego*. En <http://clio.rediris.es/n33/n33/arte/03Griego.pdf>
- El Imperio Inca, arquitectura y religión*. En www.tierra-inca.com
- Eidt, Robert, Aboriginal Chibcha Settlement in Colombia. *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 49, No. 4, 1959, pp. 374-392. En <http://www.jstor.org/stable/2561512>, <http://www.geocities.com/klausnewmark/chibcha.htm>
- Filosofía Griega*. En <http://www.filosofia.net/materiales/rec/griega.htm>
- Grecia Clásica*. En <http://www.milucha.org/download/historia/grecia.pdf>
- Historiaantigua.es. *Ciencia y arte sumerios*. En <http://www.historiaantigua.es/sumer/ciencia%20y%20arte/cienciayartesumerios.html>
- Historia de la Medicina*. “*Medicina en Mesopotamia*”. En <http://historiadelamedicinaunerg.blogspot.com/2007/06/medicina-en-mesopotamia.html>
- La agricultura en la antigua Grecia*. En <http://www.scielo.org.ar/pdf/circe/n11/n11a11.pdf>
- La historia-universal.blogspot.com “*Mesopotamia*”. En <http://lahistoria-universal.blogspot.com/2009/05/la-civilizacion-historia-mesopotamia.html>
- La medicina en Grecia*. En <http://www.portalplanetasedna.com.ar/medicina01.htm>
- Literatura Griega*. *Orígenes*. En http://es.encarta.msn.com/encyclopedia_761579144/Literatura_griega.html
- Los Griegos y las Matemáticas*. En <http://divulgamat.ehu.es/weborriak/Tes-tuakOnLine/Andaina/Ficheros/anda2004amado.pdf>
- Los Incas de Perú*. En www.portalinca.com
- Más allá de Mesopotamia*. *Escultura en Mesopotamia*. En <http://www.solo-ciencia.com/arqueologia/07090703.htm>
- Mapa Humano de Pueblos Etnias y Culturas*. En www.mapahumano.com
- Origen de la Polis Griega*. *Organización*. En http://www.portalplanetasedna.com.ar/historia_grecia4.htm

Proyectosalohnogar.com “Mesopotamia”. En <http://www.proyectosalohnogar.com/Tecnologia/Mesopotamia.htm>

Secondapril.org. En <http://www.secondapril.org/socrates.gif>

Universidad del Cauca. “Medicina en Mesopotamia”. En http://www.unicauca.edu.co/aida/articulos/2008/7/27/Comunidad/Divulgacion/Historia_de_la_Astronomia/Astronomia-en-Mesopotamia/

http://www.astrocosmo.cl/b_p-tiempo/b_p-tiempo-04.01.htm

<http://www.biografiasyvidas.com/biografia/p/platon.htm>

<http://filosofia.laguia2000.com/wp-content/uploads/2007/03/platon.JPG>

<http://library.thinkquest.org/C006206F/Aztecas.htm>

<http://www.mondo3.it/filosofia/filosofionline/democrito/01.jpg>

<http://www.monografias.com/trabajos38/aztecas/aztecas2.shtml#herencia>

<http://www.portalplanetasedna.com.ar/aztecas.htm>

<http://www.monografias.com/trabajos38/aztecas/aztecas2.shtml#herencia>

<http://www.monografias.com/trabajos38/aztecas/aztecas2.shtml#herencia>

<http://www.monografias.com/trabajos10/maya/maya.shtml>

http://clio.rediris.es/clionet/fichas/otras_mayas.htm

http://www.google.com.co/imgres?imgurl=http://pwp.supercabletv.net.co/garcru/colombia/Colombia/fotos/templo.jpg&imgrefurl=http://pwp.supercabletv.net.co/garcru/colombia/Colombia/indios.html&h=356&w=391&sz=78&tbnid=tFPCPu1LhYgfrM:&tbnh=112&tbnw=123&prev=/images%3Fq%3DVIVIENDA%2BDE%2BLOS%2BCHIBCHAS%2BIMAGENES&hl=es&usg=__u0rxHDmCTx78hSEnW9p5qDuHxGs=&ei=zJyUSu-vDMiBtgfN39FG&sa=X&oi=image_result&resnum=2&ct=image

<http://www.e-torredebabel.com/Enciclopedia-Hispano-Americana/V3/Roger-Bacon-biografia-D-E-H-A.htm>

http://es.wikipedia.org/wiki/Ren%C3%A9_Descartes#Filosof.C3.ADA

<http://es.wikipedia.org/wiki/Ciencia>

