

al eliminar la fuerza, que era temporal y contingente, capaz de alterar el estado natural de las cosas, obligándolas a moverse. Al desaparecer la fuerza, el objeto quedaría en reposo si estaba en la esfera que le correspondía, y si no, adquiriría su movimiento natural, para alcanzar su lugar. Por lo que toca al movimiento en la Tierra, Aristóteles aceptaba el punto de vista "sensato" de que se necesita siempre una fuerza neta para que un objeto se mantenga en movimiento continuo.

En la caída de los cuerpos, Aristóteles decía que los más pesados caían más rápido, ya que contenían mayor cantidad del elemento tierra. En la caída libre de los cuerpos, la velocidad adquirida era directamente proporcional al peso (a mayor peso, mayor velocidad y a menor peso, menor velocidad), e inversamente proporcional a la resistencia del medio (a mayor resistencia, menor velocidad y a menor resistencia, mayor velocidad). A partir de este movimiento de caída libre, Aristóteles explicaba que el vacío no existe, ya que en él la resistencia sería cero, adquiriendo el objeto una velocidad infinita, lo cual era inconcebible y absurdo.

La teoría aristotélica empezó a tener contradicciones al explicar algunos problemas típicos de la época, por ejemplo, el de la flecha que se dispara, la cual al cesar la fuerza que ejerce la cuerda sobre ella, debería de caer hacia la Tierra, de acuerdo a su mismo argumento, lo cual no ocurre. Para subsanar este problema los aristotélicos argumentaban que al moverse la flecha hacia adelante, generaba un vacío en la parte de atrás y como éste no estaba permitido en la naturaleza, el aire se apresuraba a llenar el espacio vacío, impulsando a la flecha a continuar su vuelo. Con este argumento se presentaba al aire como el que detenía y a la vez también generaba el movimiento de los cuerpos.

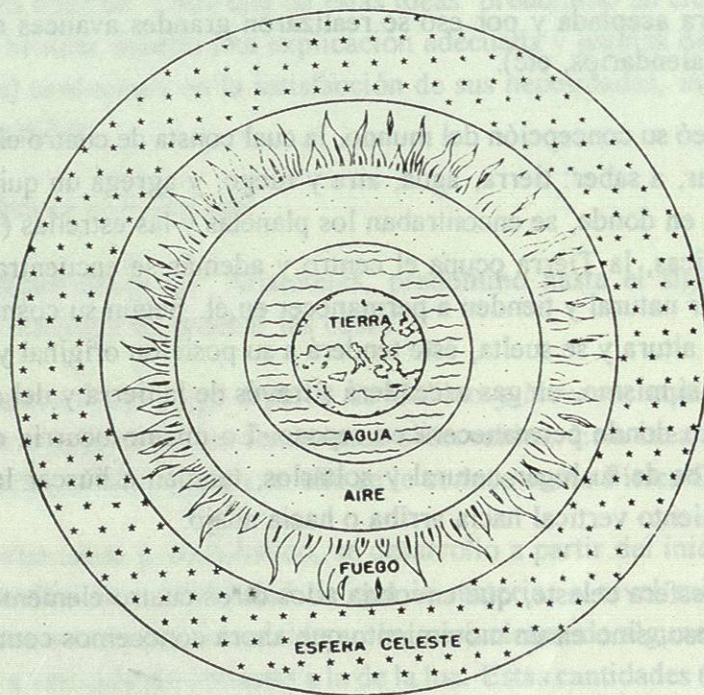


Figura No. 1. Representación Cosmológica de Aristóteles.

Otro problema que se detectó y que no iba de acuerdo con el razonamiento aristotélico, era la caída libre de los cuerpos, en donde se establecía que lo hacían a velocidad constante. Esto se planteó al considerar a un mismo objeto que caía de diferentes alturas, en donde se observó que lo hacía a velocidad mayor al caer desde una posición más alta. Los aristotélicos argumentaban que al ir cayendo, era mayor el peso del aire que estaba por encima del objeto que el que iba quedando por debajo de él, por lo que la resistencia era menor, y la fuerza que lo impulsaba, debido al peso del aire de arriba, era cada vez mayor, por lo tanto, la velocidad aumentaba. Por otra parte, si se tienen dos objetos, uno con el doble del peso que el otro, se observó que el más pesado no caía en la mitad del tiempo que tardaba el más ligero en caer desde la misma altura. En esta última observación, se planteaban serias dudas acerca de la propuesta aristotélica, la cual afirmaba que la velocidad con la que choca un cuerpo contra el suelo, en caída libre, es proporcional a su peso.

2. EL MODELO CLÁSICO (MECANICISTA O NEWTONIANO)

En el Renacimiento se generó un desafío total a la concepción que los aristotélicos daban del Universo (teoría geocéntrica), encontrándose su máxima expresión en Nicolas Copérnico (1473- 1543), quien estableció su teoría heliocéntrica (el Sol en el centro del Universo), en la cual la Tierra, junto con los otros planetas, gira alrededor del Sol. En este sistema la Tierra no está fija, ya que aparte de girar alrededor del Sol, tiene un movimiento de rotación sobre el eje que pasa por los polos.

En el contexto social europeo del siglo XVI se presenta el enfoque de la ciencia (el estudio de la naturaleza) como un instrumento para que el hombre domine el mundo y acrecente su poder sobre la Tierra, y no nada más su actitud contemplativa. De esta forma la Física de Aristóteles no representaba ninguna utilidad. Este pensamiento se fue desarrollando a partir de la evolución de nuevas técnicas y su aplicación en la producción capitalista. Es decir, el desarrollo de la nueva ciencia se logra al ir resolviendo problemas técnicos. Estas nuevas técnicas implican mejores mediciones y cálculos más precisos, lo cual trajo consigo un lenguaje matemático apropiado. Aparte del nuevo método de la ciencia y de su lenguaje, se desarrollaron nuevas técnicas, como la de observar, a través de un telescopio, los planetas, el Sol, la Luna, mejorando así sus observaciones.

En el nuevo enfoque de la ciencia se estudian las causas que producen los fenómenos y se enfatiza en aquéllos que permiten su reproducción de manera experimental y su cuantificación, éstas son las dos características fundamentales de la nueva ciencia.

Galileo sentó las bases de esta "revolución científica" al proponer que todo conocimiento de la naturaleza debería establecerse por la experimentación, reproduciendo el fenómeno de manera controlada (midiéndolo o cuantificándolo). A partir de estas observaciones particulares se fueron elaborando teorías generales que a su vez se utilizaron para describir casos particulares. De estos casos particulares se llega a casos generales, estableciéndose así el ciclo básico de la Física experimental. Este método es llamado inductivo- deductivo.

Al mismo tiempo que se desarrollaba un método para la nueva ciencia, se buscaba un lenguaje preciso y capaz de describir los fenómenos, cuantificar las leyes y principios, y comprobar las teorías. Para ello se adoptó el lenguaje matemático como el más adecuado para dichos fines.

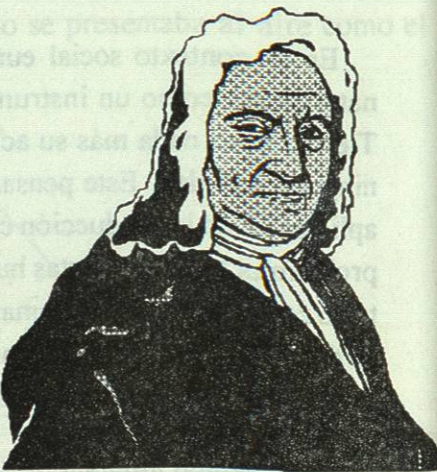
Partiendo de estas características fundamentales de la nueva Física, en donde se adquiere un método basado en la experimentación, un lenguaje claro y preciso con base en las matemáticas y unas técnicas adecuadas en el estudio de los fenómenos de la naturaleza, se lograron grandes avances en la ciencia, cuya finalidad ya no era la contemplación, sino la satisfacción de la demanda social, a través de su aplicación en el desarrollo tecnológico.

Johannes Kepler (1571-1630) demostró que los planetas giran describiendo una elipse y que el Sol se encuentra en uno de los focos. A su vez Galileo Galilei (1564-1642) mostró argumentos, con base en las observaciones hechas del Sol, en favor del movimiento de la Tierra. El Universo empezó a unificarse y a perder su orden jerárquico, el cual se consideraba como un conjunto de regiones de diferentes categorías y estático, apareciendo como un conjunto de cuerpos en constante interacción, en movimiento y en evolución continua. Se presentaba como una máquina cuyo funcionamiento había que desentrañar, encontrando y descubriendo las causas que lo gobiernan. En esta nueva concepción de la ciencia, los fenómenos no se explicarían en términos lógicos, sino mediante relaciones de causa y efecto mecánicos. De esta forma la contemplación sublime cedió su lugar a la acción provechosa.

En este proceso participaron los más grandes talentos de la época, la cual culmina con la formulación de los "Principios Matemáticos de la Filosofía Natural" de Isaac Newton (1642-1727). Esta obra es considerada como un tratado mecánico - matemático, que representó la base para el desarrollo de la estructura de la Física y de la ciencia en general. La contemplación Aristotélica cedió su lugar a las causas mecánicas de Newton. El conocimiento se orientó hacia el dominio de las leyes generales de la naturaleza, mediante las cuales se pretendía su control y aprovechamiento.

Como ya se ha mencionado con anterioridad, fueron los problemas prácticos los que generaron el desarrollo científico, como por ejemplo, en el siglo XVI, los problemas planteados en la navegación, hicieron posible el desarrollo conjunto de la Mecánica y la Astronomía, generándose entre ellas las condiciones para la gran síntesis de Newton. En los trabajos de Newton se llega por inducción, de los casos particulares a las leyes generales y de éstas, por deducción, a casos particulares. Mediante este procedimiento logró establecer la Ley de la Gravitación Universal, en la cual analiza el comportamiento de los cuerpos que caen a la superficie de la Tierra y el comportamiento de los cuerpos celestes, unificando la Mecánica y estableciendo el comportamiento dinámico del Universo.

Con la formulación de las Leyes de Newton del Movimiento, en las cuales se relaciona a la fuerza con el cambio en el movimiento, se derrumbó el viejo esquema aristotélico, en donde de acuerdo al sentido común, la fuerza era necesaria para mantener el movimiento de un cuerpo. Así mismo, Newton mostró que el Universo se rige por leyes matemáticamente simples, como las referidas a la electricidad



Isaac Newton

y al calor, las cuales fueron construidas sobre un modelo newtoniano o mecanicista. De todo lo anteriormente expuesto, se deduce que a partir del siglo XVI se llevó a cabo un desarrollo científico con bases experimentales, del cual se logró enunciar las leyes de la naturaleza, en las que se describe y se representa matemáticamente el comportamiento de ésta.

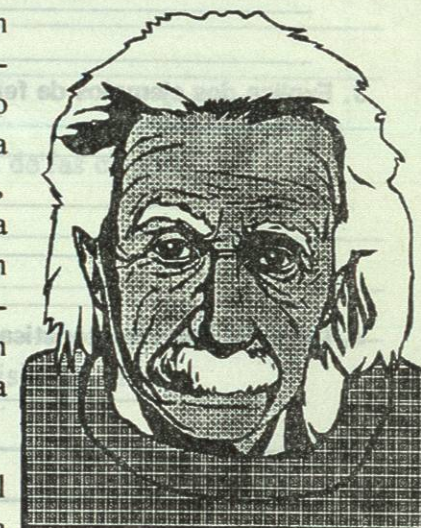
3. MODELO DE LA FÍSICA MODERNA

A finales del siglo pasado era una creencia común que todos los fenómenos naturales podían describirse mediante las leyes de Newton, los principios de la Termodinámica y las leyes del electromagnetismo, los cuales se basaban en una concepción mecanicista del Universo. El desarrollo de la Física Moderna se da a partir del inicio de este siglo, demostrando que la Mecánica Clásica no es siempre aplicable. El estudio del movimiento de partículas, a velocidades comparables a la de la luz, y la investigación del mundo microscópico de los átomos, electrones, protones, y otras partículas, ha impulsado el desarrollo de algunos campos de la Física Moderna, como son la Relatividad y la Mecánica Cuántica.

La Teoría de la Relatividad fue desarrollada por Albert Einstein (1879-1955). A partir de la cual se llegó a establecer algunas proposiciones teóricas, que fueron demostradas experimentalmente tiempo después. De ellas se deduce que algunas cantidades, que en la Física Clásica se consideran constantes, ahora cambian, tales como la masa, el tiempo, la longitud, cuando las velocidades son cercanas a la de la luz. Otra consecuencia es que algunos conceptos clásicos que eran considerados independientes, ahora aparecen estrechamente relacionados (espacio - tiempo, masa - energía). Una tercera aportación de la Teoría de la Relatividad es que la luz se desvía de su trayectoria al pasar junto a cuerpos de gran masa.

En relación a la Mecánica Cuántica, se realizaron estudios del mundo microscópico y se descubrió que en la interacción de la radiación con la materia, el comportamiento de los electrones puede ser descrito en términos ondulatorios, y a su vez, la radiación presenta un comportamiento como partícula (dualidad onda - partícula). Por otro lado, se encuentra que las cantidades observadas no eran independientes del observador y por lo tanto no era posible determinar una medición absoluta en la interacción objeto - observador. Esto nos lleva a que en la actualidad el estudio del micromundo se realice con base en una noción probabilística al pretender pronosticar el comportamiento de la materia. Una consecuencia de lo anterior, es que al estudiar el movimiento de una partícula no es posible determinar, de manera precisa, la posición y la velocidad al mismo tiempo, por lo que se imposibilita la utilización del esquema newtoniano.

Por último, cabe mencionar que cuando un objeto se mueve a velocidades pequeñas, comparadas con la velocidad de la luz, la Teoría de la Relatividad se reduce a las leyes de la Mecánica Clásica. Así mismo, al estudiar el comportamiento de los cuerpos en el macromundo, la Mecánica Cuántica se reduce también a las leyes de la Mecánica Clásica.



Albert Einstein

AUTOEVALUACIÓN

AL TERMINAR EL TEMA CONTESTA LO SIGUIENTE.

I. Da una respuesta breve a las siguientes cuestiones

1. Define a la Física como una área del conocimiento.

2. Describe dos ejemplos en donde observes la relación de la Física con otras áreas del conocimiento.

3. Explica dos ejemplos de fenómenos físicos observados en tu hogar.

4. Describe dos características del modelo aristotélico

5. Describe dos características del modelo newtoniano

6. Describe dos características del modelo de la Física Moderna

II. Anota en el espacio del lado izquierdo una "F" si el enunciado es falso o una "V" si éste es verdadero. Da la razón de tu respuesta.

1. La Física es una ciencia cuantitativa.

2. La Física es un campo de la ciencia fácilmente distinguible de otros.

3. Aristóteles negó la existencia del vacío.

4. Las Matemáticas sirven fundamentalmente como herramienta de las ciencias.

5. El desarrollo de la Mecánica Cuántica sentó las bases de la Física Moderna.

6. Conociendo los modelos aristotélico, clásico y moderno de la Física, se describe la evolución de esta ciencia hasta nuestros días.

III. Mediante un esquema realiza la clasificación de la Física Clásica, describiendo brevemente cada una de sus ramas.

IV. Describe dos de las ramas en que se divide la Física Moderna.

¿ CÓMO SE HACE LA CIENCIA ?

