

CURSO DE MECANICA SUPERIOR

POR

J. ALEJANDRINO VELASCO

INGENIERO CIVIL Y PROFESOR DE MATEMATICAS SUBLIMES
EN LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR



INTRODUCCIÓN

AL ESTUDIO DE LAS CIENCIAS FISICAS; Y, EN PARTICULAR,
AL DE LA MECANICA

1. Contemplación de la naturaleza.— Apenas dirigimos la vista á los seres que componen el Mundo, cuando, sin pensar siquiera en la sustancia que los constituye, descubrimos variedad, modo de ser y manera de estar, tres caracteres que determinan la pluralidad ó el número, la forma ó extensión y la posición y cambio de ella, que es lo que se llama el movimiento: bien se puede afirmar, que las ideas relativas al número ó ciencias de la cantidad, á las ciencias de la extensión y á las ciencias del movimiento son lo primero que se desarrolla en el espíritu á la simple contemplación del Universo.

Mas, por ser tanta la diversidad que se observa en los cambios de posición ó movimiento de los cuerpos, se despierta naturalmente la idea de atribuir tales cambios á ciertos principios externos, como causas que los producen y modifican; conjuntos de causas y efectos que, de antiguo, se han llamado mecanismos, máquina: así se ha di-

cho, la máquina del Universo [1]. De aquí que el estudio de tales combinaciones sea el objeto de la Mecánica.

2. *Materia y cuerpo.*—Por lo general los autores que de las ciencias físicas tratan, definen la *materia* diciendo, que es todo aquello que puede impresionar nuestros sentidos y nos parece extenso; y algunos tratadistas aun toman como sinónimos los términos cuerpo y materia; pero, á nuestro juicio, hay diferencia entre éstos: si bien el cuerpo necesita de la materia como *substratum*, lo úno, en algún sentido, no es lo ótro. Además, la definición indicada es incompleta y errónea: incompleta, porque la experiencia y el raciocinio nos manifiestan que existe una materia en cuyo seno vivimos; y, sin embargo, ni impresiona nuestros sentidos ni nos parece extensa; es errónea, porque hay cosas, mejor dicho, apariencias de cosas ó de seres que afectan el sentido, y no son materia ni cuerpo sino puras ilusiones: un espejo plano, por ejemplo, colocado delante de una pared muestra dentro del macizo algo semejante á lo que se le presenta: parece como que la materia ha sido penetrada; el ojo ve un objeto que se manifiesta extenso, pero todo es ilusión: se mira la imagen de la cosa presentada al espejo y nada más. Siendo esto así, se deduce que no pueden aceptarse las definiciones que, de materia y cuerpo, dan ordinariamente los autores.

A nuestro modo de ver es necesario, con frecuencia, remontarse, algún tanto, á las consideraciones de la Filosofía Racional para tener principios bien definidos en muchas de las cuestiones que forman la Filosofía de la Naturaleza.

Sabemos que es una cualidad esencial de los cuerpos, á más de la forma y posición, el ser extensos; pues limitan ó circunscriben un espacio que siempre puede considerarse en tres sentidos designados con el nombre de dimensiones. Por las dimensiones conocemos en los cuerpos unas partes colocadas al lado de ótras, ó, lo que es lo mismo, partes fuera de partes. Mas, como esta circunstancia

(1) Consta que S. Dionisio areopagita, observando el extraordinario eclipse de Sol, verificado el día de la muerte del Salvador del Mundo, dijo: "O la máquina de este Mundo fenece ó el Autor de la Naturaleza padece."

se presenta en todos los cuerpos, sea cualquiera su naturaleza, debe considerarse como una cualidad esencial del substrátum ó constitutivo común á todos ellos, que no es sino la materia físicamente considerada.

Si, pues, la idea de materia importa la de partes unidas para formar un algo físico, la ciencia no debe olvidar este concepto; y ya no será necesario proceder á la división de división de esas partes, hasta llegar á las partecillas límites ó últimos elementos en que pueda dividirse la materia; tanto más cuanto que, á nuestro juicio, el hombre no obtendrá nunca, con procedimientos científicos cualesquiera, aquellos últimos elementos: de las partes se seguirán las partículas; de éstas, las moléculas; de las moléculas, los átomos, que, en conjunto sin embargo, se obtienen con los procedimientos químicos. Mas, como quiera que sean dichos elementos, simples ó compuestos, existen, y esta existencia facilita el estudio de los importantes problemas que, respecto de la materia, resuelve la filosofía natural.

Si la materia existe, existen partes, pero el cuerpo exige además, forma y posición. Por lo menos en el orden actual de la naturaleza, las manifestaciones que observamos acusan siempre, para el cuerpo físico, la forma y posición mencionadas: á la mente se presenta el concepto de materia como un algo más ó menos vago, más ó menos extenso, y que no entraña, por lo mismo, forma alguna particular ni posición definida; al contrario: se concibe el cuerpo, y la inteligencia simultáneamente busca, como caracteres determinantes, límites ciertos en él y lugar donde pueda encontrarse. No se quiere decir que la materia exista sin forma ni lugar: semejantes consideraciones pertenecen al filósofo metafísico (1); pero es lo cierto, entrando de lleno en la observación del mundo sensible, que mientras el concepto de aquélla es, como lo hemos dicho, bastante vago, el del cuerpo es más claro, porque hay alguna cosa más determinada que con-

(1) Sabido es que el sistema filosófico de la **materia y la forma** sostiene que la *materia prima* carece de forma, pero conserva la *potencia* de recibir cualquiera.

siste, á nuestro modo de ver, en la forma y posición inseparables del cuerpo físico. Por lo expuesto formulamos las siguientes definiciones:

Materia es todo lo que existe, compuesto de partes.

Es cuerpo toda sustancia material limitada por alguna forma, y con cierta posición en el espacio.

Claro es que, si por los sentidos externos nos ponemos en relación con el mundo físico, la materia y, más aun, los cuerpos propiamente dichos han de impresionar nuestros sentidos, y se nos han de presentar extensos; de otra manera no podríamos conocer cosa alguna relativa al universo sensible; mas, por lo expuesto, no todo lo que pueda impresionarnos ha de ser materia ó cuerpo; y se infiere de la definición precedente, que todo cuerpo, toda materia existen ó tienen realidad objetiva.

3. Fenómenos.—Contemplando el universo corpóreo, ó sea el conjunto de los seres materiales en sus diferentes manifestaciones, venimos en conocimiento de ciertos cambios que se verifican en las partes componentes ó cuerpos, sin que se altere su naturaleza; el hombre se pregunta entonces á sí mismo: *qué son estos cambios; qué principios preceden y los determinan; cómo se relacionan entre sí.* De aquí el origen de la observación, de las experiencias y de la generalización, primeros pasos de la ciencia inductiva ó sea ciencia filosófica de la naturaleza. Y, como preliminares de ésta, tenemos los fenómenos físicos, las causas, las leyes, las teorías, las hipótesis y los sistemas.

Es fenómeno físico, en el sentido en que esta expresión se toma en la ciencia, *todo cambio, toda manifestación, todo hecho que observamos en los cuerpos, ó en el curso ordinario del mundo sensible.* Tales son los cambios de las estaciones, la caída de la lluvia ó del granizo, la combustión de los cuerpos [1], la salida y curso de las aguas, &ª Sin embargo, vulgarmente se llaman también fenómenos los hechos ó sucesos extraordinarios ó alarmantes que ocurren en la naturaleza; pero este no

[1] Este es un fenómeno físico-químico.

es el sentido que se da en la ciencia á la palabra *fenómeno*.

4. Causas, agentes, fuerzas.—Los términos *principio*, *causa*, *agente*, *fuerza*, tan comunes en la ciencia para designar la razón de los cambios ó modificaciones que se verifican en los cuerpos, aunque parecen sinónimos, pueden, con todo, tener alguna diferencia:

1º Principio se dice aquello de que procede un cambio ó modificación; pero como *principio* significa también cierto orden de prioridad sin ser causa determinante de un fenómeno, como por ejemplo, en los cuerpos el estado líquido es principio para el estado de vapor; se usa como más propiedad la palabra *causa* ó *agente* para señalar lo que ha influido en el fenómeno verificado, como es el calor en el ejemplo precedente.

2º Así diremos, que *causa* ó *agente*, en el mundo material, es aquello que contiene en si la razón de los cambios ó modificaciones que se observan en los cuerpos. Añadimos sin embargo, que con la palabra *agente* se designa la acción productora de un fenómeno indeterminado: la *causa* es el agente en el acto de producir un cambio cierto ó modificación dada.

3º La noción de fuerza resulta del movimiento ó de sus cambios: en este caso los agentes se llaman fuerzas. Así, fuerza es toda causa ó agente capaz de producir, modificar ó impedir un movimiento.

5. Clases de fuerzas.—Por las variaciones que observamos en éste, las fuerzas son de dos clases, á saber: de potencia ó dinámicas; y de resistencia ó estáticas. Las primeras son las que producen ó modifican un movimiento; y se consideran como tales: la atracción universal, que también se llama gravitación; las fuerzas moleculares (*cohesión*, *adhesión*, *afinidad*); la muscular ó de los animales; el choque de los cuerpos; la elasticidad; la de inercia en algunos casos; y las vibraciones del éter, cuyas manifestaciones, entre otras, son, indudablemente, el luminoso, el calórico y la electricidad. Las segundas se llaman así, porque sólo pueden impedir un movimiento: como tales se consideran la de inercia en ciertos ca-

sos [1], la *impenetrabilidad de la materia*, la *resistencia del medio en que se mueven los cuerpos*, el *roce* y la *rigidez de las cuerdas y correas*.

6. *Inercia, fuerza de inercia*.—Por la *manera de estar* [Nº 1], vemos que los cuerpos, ó conservan la misma posición ó la cambian: lo primero constituye el reposo, llamado también equilibrio [2]; y lo segundo, el movimiento, como ya se ha dicho: uno y otro estado es lo que se denomina *inercia*. De modo que se entiende por *inercia la propiedad de los cuerpos para mantenerse, de suyo é indefinidamente, en el estado de quietud ó en el de movimiento que una vez pudieran adquirir*. Esto supuesto, la *inercia se traduce por indiferencia para cambiar el reposo en movimiento, ó al contrario*; y de aquí la necesidad de suponer ciertos agentes ó principios distintos de los cuerpos mismos, causas del cambio indicado, y que se designan con el nombre de fuerzas [Nº 4º, 3º].

Que la *inercia* es una verdadera fuerza se prueba con varios hechos, á saber: como *fuerza de potencia ó dinámica*, cuando se para bruscamente un caballo en el que hay un montado, el jinete cae en el sentido del movimiento; como *de resistencia*, si estando quieto el caballo de repente se pone en movimiento, el jinete cae en sentido opuesto á la dirección en que se mueve el animal.

7. *Reposo y movimiento*.—Explicada la naturaleza general de las causas, se sigue hablar de los efectos que, como se sabe [Nº 6], son el *reposo* y el *movimiento*. *Reposo es el estado de un cuerpo, en virtud del cual se halla siempre en el mismo punto del espacio*; y es de *movimiento dicho estado, si el cuerpo cambia de lugar ó corresponde á distintos puntos del espacio*: en este caso se consideran como elementos la *extensión ó longitud recorrida*, esto es, el *lugar geométrico de las posiciones sucesivas*, llamado también *espacio, trayectoria, paso*; y el *tiempo que es la duración del movimiento*. El cuerpo que se

[1] Algunos experimentos que se indican en las obras de Física, manifiestan que la *inercia* ó *fuerza de inercia*, puede, según los casos, ser *estática* ó *dinámica*.

(2) Entre el *reposo* y el *equilibrio* hay la diferencia que consiste en la acción de fuerzas iguales y contrarias en el segundo; mientras que, en el primero, se prescinde de tales fuerzas.

mueve se llama *móvil*; y *velocidad*, el espacio recorrido en la unidad de tiempo, que es ordinariamente un segundo *sexagesimal*.

El *reposo* y el *movimiento* pueden ser *absoluto* y *relativo*: el *reposo absoluto* *consiste en ocupar un cuerpo el mismo punto del espacio*; no se conoce en la naturaleza un estado semejante; y es *relativo*, *si conserva la misma posición ó lugar sólo respecto de otros cuerpos que se mueven*: las costas de la mar, con relación á un buque en movimiento, se hallan en *reposo relativo*. Es *movimiento absoluto* *el paso sucesivo de un móvil por diferentes puntos del espacio*; y *relativo*, *si el móvil cambia de lugar respecto de cuerpos que se suponen no moverse relativamente á él*: en el ejemplo anterior, el movimiento del buque es *relativo* consideradas las costas.

8. Clases de movimiento.—El movimiento relativo puede considerarse, ya respecto de los cuerpos á que se refiere, ya por la forma de la trayectoria, ya con relación al elemento del tiempo: respecto de los cuerpos, el movimiento puede ser de *rotación y traslación*; por la forma de la trayectoria, *rectilíneo y curvilíneo*; y *uniforme y variado* por razón del tiempo.

El movimiento es de *rotación* si los cuerpos á que se refiere son puntos propios del móvil, los que determinan una línea fija, llamada *eje de rotación*; y las partes que se mueven, círculos cuyos centros se hallan en aquél: un ejemplo ofrece el movimiento de la Tierra al rededor de su eje; es el movimiento de *traslación* si todo el móvil se aleja de otros cuerpos ó se acerca á ellos. En el movimiento *rectilíneo* la trayectoria es una línea recta; y en el *curvilíneo*, una curva. El movimiento es *uniforme* si el móvil en tiempos iguales recorre espacios iguales; y es *variado*, si en tiempos iguales difieren los espacios entre sí.

El movimiento variado se subdivide en *acelerado*, *retardado* y *periódico*. En el movimiento *acelerado* crecen los espacios no obstante la igualdad de los tiempos: es *uniformemente variado* ó *acelerado* si crecen los espacios de una cantidad igual; ó en otros términos: si en tiempos iguales crece la *velocidad* de una cantidad constante: así se verifica en la caída de los cuerpos. En el movimiento *retardado*

decrecen los espacios no obstante la igualdad de los tiempos: es uniformemente retardado si disminuyen los espacios de una cantidad igual; ó en ótros términos: si en tiempos iguales decrece la velocidad de una cantidad constante: así se verifica en la ascensión de los cuerpos. El movimiento variado es periódico si se convierte en uniforme ó uniformemente acelerado ó uniformemente retardado después de ciertos intervalos de tiempo, denominados períodos: ofrece de esto un ejemplo el movimiento de la Tierra en su órbita.

El movimiento es además, simple y compuesto: simple, si el cuerpo se halla dotado de un solo movimiento; compuesto, si lo está de dos ó más movimientos diferentes: la Tierra tiene un movimiento compuesto, á saber, de rotación y traslación.

9. Fuerza y movimiento.—El movimiento uniforme lo produce una fuerza momentánea que obra sobre el móvil; porque actuando sólo un instante, el cuerpo de suyo se moverá indefinidamente [Nº 6] con la velocidad comunicada por la fuerza; de modo que en tiempos iguales recorrerá espacios iguales.

La causa del movimiento acelerado es una fuerza constante; pues, obrando siempre, añade algo en cada momento á la velocidad por el móvil adquirida: si la acción de la fuerza es sin embargo contraria á la dirección del móvil, se produce un movimiento retardado.

10. Leyes, teorías, hipótesis.—Hemos dicho que el entendimiento, observando los fenómenos, trata de investigar las causas; y hecho esto, inquiere la manera con que se ligan aquéllos á las causas productoras; el modo como los fenómenos afines se relacionan entre sí; y, finalmente, el medio como las causas producen dichos fenómenos. De aquí resultan las *leyes físicas*, las *teorías*, las *hipótesis* y los *sistemas*.

(Continuará)