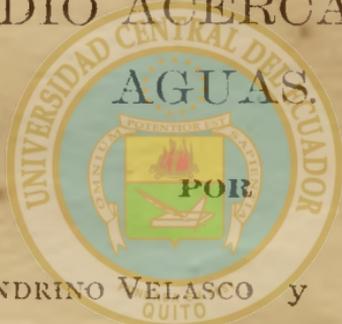


ESTUDIO ACERCA DE LAS
AGUAS



J. ALEJANDRINO VELASCO y LINO M^a FLOR

Ing^o Civil.

Ing^o Civil.

ARQUITECTURA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

INTRODUCCIÓN. (I)

I. 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 bién el cuerpo necesita de la materia como *substratum*, lo uno, en algún sentido, no es lo otro. 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 (n^{os}. 3, 2^o; 6; 12, 4^o) 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 otras*, ó, lo que es lo mismo, *partes fuera de partes*. Mas, como esta circunstancia se presenta en todos los cuerpos, sea cual-

(1) OBRAS QUE PUEDEN CONSULTARSE.—Ariño: *Mecánica Racional*.—Beudant: *Traité Elementaire De Physique*.—Bours: *Cours De Mécanique*.—Canudas: *Tratado Elemental De Física*.—Daguin: *Traité Elementaire De Physique*.—Feliú: *Física Experimental*.—Ganot: *Tratado Elemental De Física*.—González: *Filosofía Elemental*.—Graëff: *Traité D'Hydraulique*.—Jantain: *Cours De Physique*.—Moigno: *Los Esplendores De La Fe O Armonía Perfecta De La Revelación Y De La Ciencia*.—Rodríguez: *Manual De Física General Y Aplicada*.—Silliman: *Principles Of Physics*.—Vigrenx: *Theorie Et Practique De L'Art De L'Ingénieur*.—Vialle: *Cours De Physique*.

quiera su naturaleza, debe considerarse como una cualidad esencial del *substratum* ó *constitutivo común á todos ellos*, que no es otra cosa 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* en esas partes, hasta llegar á las *partecillas límites* ó *últimos elementos* en que pueda separarse 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*, (1) 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 algo, con vaguedad, más ó menos extenso, y esto 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 existe sin forma (2) y lugar: semejantes consideraciones pertenecen al filósofo metafísico; pero es lo cierto, entrando de lleno en la observación del mundo sensible, que, mientras el concepto de aquella es, como hemos dicho, bastante vago, el del cuerpo es más claro, porque hay alguna cosa más determinada que consiste, 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. (3)

Es CUERPO toda sustancia material limitada por forma particular, con posición definida.

Claro es que, si por los sentidos externos nos ponemos en relación con el mundo físico, la materia y, más aun, los cuerpos

(1) Parece que no puede haber disputa al respecto: los últimos elementos deben ser simples.

(2) 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.

(3) De la *cantidad matemática* se da una definición parecida; pues se dice: es todo lo que, por constar de partes, es susceptible de aumento y disminución. Como se ve, difiere en algo de aquella; y en lo que es semejante nada hay de extraño, como quiera que la cantidad en abstracto no existe sino en cuanto significa una cualidad cuantitativa del ser natural: es un concepto formal del ser, pero no el ser mismo.

propriadmente 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 dicho antes, no todo lo que pueda impresionarnos ha de ser materia ó cuerpo. Sin embargo, de lo expuesto se deduce que todo cuerpo, toda materia, en el mundo, existen ó tienen realidad objetiva.

Podría objetarse que, según nuestra doctrina, la materia es la extensión; porque ésta, filosóficamente consiste en *haber partes fuera de partes*. Mas, nótese que llamamos materia al sér que componen estas partes; y téngase en cuenta, además, que sólo por *abstracción* puede separarse la extensión de la materia y del cuerpo: en el mundo sensible sin materia no hay cuerpo ni extensión alguna. Se sigue, pues, que si hay partes fuera de partes habrá *extensión* y el sér compuesto de ellas es la *materia*. Pero, prescindiendo ahora de las opiniones filosóficas, y contrayéndonos á la *manera de orden* con que se presenta el mundo á las investigaciones del filósofo naturalista, no es posible separar del cuerpo la extensión y la materia: *los tres coexisten siempre*. Por otro lado, considerar la extensión como formada por partes *fuera de partes*, puede ser una consecuencia de las dimensiones con que geoméricamente se concibe el cuerpo.

2. Fenómenos.—Contemplando el universo corpóreo, ó sea el conjunto de los seres materiales en sus diferentes manifestaciones, venimos en conocimiento de ciertos cambios que experimentan las partes componentes ó cuerpos, sin que se altere su naturaleza; el hombre se pregunta entónces 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, la salida y curso de las aguas, &c. Sin embargo, vulgarmente se llaman también *fenómenos* los hechos ó sucesos extraordinarios ó alarmantes que ocurren en la naturaleza; pero éste no es el sentido que se da en la ciencia á la palabra *fenómeno*.

3. Causas, agentes, fuerzas.—Las palabras *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 sinónimas, pueden, con todo, tener alguna diferencia.

1^o—Hemos dicho antes que debe haber un *principio* de que proceden, ó por el cual se determinan las modificaciones que se observan en el mundo; en este caso el tal *principio* es, como se sabe, *aquello de lo cual procede el cambio ó la modificación*; pero como también el *principio* puede significar cierto orden de prioridad, pero no lo que determina el fenómeno, como, por ejemplo, el estado líquido, en los cuerpos, es *principio* para el estado de vapor, se usa con 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.

2^o—Así diremos que CAUSA ó AGENTE, *en el mundo físico, es aquello que contiene en sí la razón de los cambios ó modificaciones que observamos en los cuerpos*. Distinguiamos, sin embargo, el agente de la causa en que *aquél* puede producir indetermínadamente esos fenómenos: son agentes la *atracción universal ó sea la gravitación*, las *fuerzas moleculares*, el *calor*, la *luz*, la *electricidad* y la *vida* que desenvuelve y origina los fenómenos que se realizan en los seres organizados ó vivientes. La *causa* es el agente en el acto de producir un cambio ó modificación dada.

Si se considera la inmensa variedad de los fenómenos naturales parece que debe existir un número muy grande de agentes; pero los progresos que han hecho las ciencias manifiestan que este número es muy pequeño, y en la actualidad está reducido á los *cuatro* que hemos apuntado, (1) y que llamaremos agentes ó causas *segundas ó generales* por contraposición al agente ó causa *segunda principal ó única* de la cual las otras son tal vez meras manifestaciones: ¿el Ser Supremo no habrá creado, en la naturaleza, sólo una causa segunda, *principal y única*, que se manifiesta por la *atracción ó gravitación*, las *fuerzas moleculares*, el *calor*, la *luz* y la *electricidad* (n^o 6)? La filosofía natural, lejos de enseñar lo contrario, tiende, con sus progresos, á demostrar esa proposición. En todo caso, el agente que se llama vida, en los seres organizados, será siempre una causa segunda distinta de aquélla, si es que existe, y de sus manifestaciones.

3^o—Se sabe que los cuerpos se encuentran en reposo (2) ó movimiento; y uno y otro estado constituyen la inercia de la materia. De modo que se entiende por *inercia la propiedad de ésta, en virtud de la cual se mantendría, por sí sola ó indefinidamente, en el estado de quietud ó movimiento en que puede encontrarse*. Esto supuesto, la inercia se traduce por indiferencia de la materia para pasar al movimiento, si está en reposo; ó para quedar en reposo si se encuentra en movimiento. Los agentes, en cuanto pueden dar movimiento ó poner en quie-

(1) El calor, la luz y la electricidad son, sin duda alguna, diversas manifestaciones de un solo agente.

(2) Se habla del reposo relativo.

tud la materia, se denominan *fuerzas*. Así, diremos que *fuerza* es la causa ó agente capaz de producir, modificar ó impedir el movimiento de los cuerpos.

4. Clases de fuerzas.—Por esto las fuerzas pueden ser de dos clases: unas como la *atracción universal*, las *fuerzas moleculares*, siendo de éstas la *fuerza química* que une los átomos para formar las moléculas, la *fuerza muscular de los animales*, el *choque de los cuerpos*, la *elasticidad*, la *inercia* y las *vibraciones del éter*, causa que, á nuestro modo de ver, se traduce en el *luminico*, el *calórico* y la *electricidad*, pueden producir é impedir un movimiento, y así se llaman *potencias* ó *fuerzas dinámicas*; otras, como 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* sólo pueden impedir el movimiento, por lo cual, con toda propiedad, se denominan *resistencias* ó *fuerzas estáticas*.

Además, las fuerzas pueden ser *constantes*, como la *atracción universal*; *variables*, como la *fuerza muscular de los animales*; *aceleratrices*, como la de gravedad cuando obra atrayendo á un cuerpo; y *retardatrices*, como la misma gravedad obrando sobre un cuerpo que se mueve en dirección opuesta. A esta última clase pertenecen todas las *resistencia* ó *estáticas*.

5. Leyes, teorías, hipótesis.—Hemos dicho (nº 2) que el entendimiento, observando los fenómenos, trata de investigar las causas; y hecho esto, busca las relaciones con que se ligan aquéllos á las causas productoras; la manera como los fenómenos afines se relacionan entre sí; y finalmente, el modo como las causas producen dichos fenómenos. De aquí resultan las *leyes físicas*, las *teorías*, las *hipótesis* y los *sistemas*.

1º—El físico principia por observar las diferentes circunstancias con que se produce siempre un fenómeno; determina en seguida la *relación* entre estas circunstancias, el *principio constante* de que se originan, la *causa generadora y constante* que las reúne y da por resultado la manifestación ó fenómeno indicado. Obtenido esto, el observador ha descubierto y es poseedor de lo que se llama una *ley física* ó *ley de la naturaleza*. En este sentido, *ley física* es el *enunciado* ó *fórmula* que expresa la *manera con que determinadas circunstancias relacionan un fenómeno á su causa*. Pero, como puede existir la ley y ser ó no descubierta por el hombre, podemos decir, más generalmente, que *ley física* ó *de la naturaleza* es la *determinación constante de las causas criadas á producir ciertos y determinados efectos, en circunstancias y condiciones semejantes*.

Por lo mismo que la ley expresa una relación constante, es susceptible de ser dada numéricamente. Así, respecto de los gases, existe la siguiente ley: *á la misma temperatura, los volúmenes son inversamente proporcionales á las presiones que sufren las masas*; lo que es una relación constante y numérica, para esos

cuerpos, entre los volúmenes y las presiones que experimentan.

2º—Si se conocen, en virtud de muchas observaciones, el fenómeno, las circunstancias que le acompañan y la causa productora, así que lo verificado en la naturaleza no puede menos de ser como lo ha concebido el hombre, el resultado es una ley. De aquí se sigue que las leyes descubiertas son siempre verdaderas. Mas, si se realizan los fenómenos, pero las causas ó circunstancias que los acompañan son muy oscuras; de modo que las más precisas observaciones, poca ó ninguna luz dan al respecto, la *fórmula* con que el entendimiento se explica lo que observa, sólo puede ser *probable*: esto es lo que se llama *hipótesis*, y se define diciendo que: es la *aserción ó conjetura formada para ayudar la investigación científica*. En este sentido la hipótesis puede ser un auxiliar poderoso, en muchos casos, para descubrir la verdad. Por esta razón se ha dicho que las hipótesis conducen á las ciencias, leyes y teorías, *como los andamios ó tablados á la perfecta ejecución del edificio*.

Esto supuesto, los términos *hipótesis* y *leyes* significan distintos grados, en los conocimientos humanos, respecto á la comprensión de la voluntad é intenciones del Creador, manifestadas en los fenómenos del mundo sensible.

3º—Así como las ciencias, para ser accesibles al entendimiento humano, deben formarse de divisiones metódicas, también lo serán las partes en que se dividan, si los hechos sobre que versan, se agrupan de una manera conveniente, y conforme á lo indicado en el nº 2; esta necesidad origina, en la filosofía natural, la formación de las teorías físicas. Es TEORÍA FÍSICA *el conjunto de las leyes relativas á una misma clase de fenómenos, con expresión de todos los hechos y consecuencias deducidas del estudio de fenómenos afines, producidos por una sola de las causas generales*. De este modo, la teoría es la más perfecta expresión de las verdades físicas; y aunque, por la definición precedente, sólo debiera formarse de las leyes y consecuencias deducidas, sin embargo, *como respecto del gran libro de la naturaleza apenas está abierta para el hombre la primera página*, según la pintoresca expresión de un sabio moderno, á menudo, en la teoría se contienen, con las leyes, muchas aserciones conjeturales ó hipótesis que, para ser aceptables, deben, en lo posible, fundarse en los hechos tal cual se realizan, admitiendo la conjetura sólo en las circunstancias ó en los agentes probables: una hipótesis en contradicción con alguna ley física no puede ser admisible.

Por tanto, una teoría será tanto más perfecta cuanto más pequeño sea el número de las hipótesis introducidas. Pero, como no puede ser completo el conocimiento humano aunque verse sobre los fenómenos producidos por una sola causa, la doctrina formada al respecto debe constar de dos partes: la una, que comprende todas las leyes descubiertas, es la *teoría*; la

otra, el conjunto de circunstancias, ó causas posibles que explican ciertos hechos, y es la *hipótesis* que, cuando se refiere á una misma clase de fenómenos, constituye lo que propiamente se llama un *sistema*. En este caso, la teoría es la explicación de los hechos por sus causas y circunstancias reales; el sistema explica los hechos por las causas ó circunstancias posibles ó conjeturables. En la *teoría* se encadenan naturalmente los hechos: la naturaleza pone lo más y el hombre lo menos, que consiste en hablar con propiedad, al explicar los fenómenos. En el *sistema* la naturaleza pone, *aparentemente*, lo menos, y el hombre lo más, pues crea toda una explicación. Sin embargo, si una hipótesis ó sistema es muy racional, puede con el tiempo, por el progreso de las ciencias, pasar á ser verdadera teoría; así, las verdades que descubrió ó explicó Copérnico, sobre los movimientos planetarios, antes eran, sin duda alguna, el *sistema de los movimientos planetarios*, mas ahora forman la TEORÍA DE LOS MOVIMIENTOS PLANETARIOS. En la actualidad se presentan casos de uno y otra en los siguientes: respecto de la luz, el *sistema de las ondulaciones*, el *sistema de las emisiones*; respecto de la atracción de los cuerpos, la *teoría de la gravitación universal*.

Como las hipótesis, así los sistemas, en lo posible racionales, son ó pueden ser muy útiles en las ciencias; pues originan discusiones ardientes, y provocan análisis, investigaciones y comparaciones que, con frecuencia, dan por resultado verdaderas leyes que, poco á poco, completan y perfeccionan el edificio científico; y lo que es más, aun puede suceder que todo un sistema se transforme en *verdadera teoría*, como es probable acontezca con el *sistema del mundo* que pensó Laplace.

Finalmente, son innumerables las ventajas que una teoría, bien pensada, suministra á las ciencias físicas; pues llega á ser fecundo manantial de nuevos experimentos, y descubrimientos nuevos. Así, las leyes de la gravitación, desarrolladas por Newton, sobre los fenómenos terrestres, han sido halladas estrictamente universales en sus aplicaciones: capaces de comprender todos y cada uno de los hechos conocidos en los mecanismos celestes, adelantan, por decirlo así, á la observación, para predecir fenómenos posteriormente confirmados, ó que se realizarán después de muchas centurias. (1)

Y, así como el descubrimiento de las leyes y la formación de las teorías, al paso que son importantes conquistas del espíritu humano en su atisbo feliz de la naturaleza, hacen cambiar la manera de investigación; pues de experimental, empírica y *á posteriori* se transforma en racional y *á priori*, conforme lo dejamos indicado, las hipótesis y los sistemas que con frecuencia se forman, si bien útiles, como ya hemos dicho, son, á menudo,

(1) Silliman: *lugar citado*.

maneras de disimular la ignorancia del hombre acerca de las cosas, para, de algún modo, satisfacer ese deseo innato del espíritu que quiere observarlo todo, y que no se aquieta sino cuando forma un juicio por el cual se cree en posesión de la verdad. ¡Ay de la inteligencia si, apoyada en sistemas, sólo más ó menos probables, se lanza á formular aserciones *á priori*, sobre la naturaleza del mundo físico, moral ó intelectual!

6. Sistema dinámico.—Tal exposición se propone explicar el origen de los agentes ó causas que producen, en los cuerpos, las modificaciones que constantemente experimentan; es, por lo mismo, diferente del sistema *dinámico filosófico*; porque éste se refiere más á la *constitución de la materia*, y supone, como partes componentes, ciertas sustancias simples, inextensas é indivisibles, finitas en número, y dotadas de ciertas fuerzas esenciales, atractivas y repulsivas, por las cuales, dichas partes, se acercan sin llegar á tocarse, y forman, de esta manera, los diferentes cuerpos de la naturaleza. El *sistema dinámico físico*, suponiendo dichas partes, sea cualquiera su naturaleza, tiende á sustituir la antigua teoría de los flúidos imponderables, orígenes ó causas de los diferentes fenómenos corpóreos, por la *doble influencia que ejercen*, á saber: ciertos movimientos, en las partes de los cuerpos, se transmiten á un flúido único, eminentemente sutil y elástico, que llena todos los espacios interplanetarios é intermoleculares; y á su vez, *los movimientos de las partes de este flúido, se transmiten á los cuerpos*. Tal influencia de recíprocos movimientos origina la luz, el calor y la *electricidad*, según la naturaleza y velocidad de los movimientos producidos. Puede, también, suceder que los continuos movimientos, de cierto carácter, se manifiesten por la *atracción*, en sus diferentes formas: *gravitación, fuerzas moleculares, cohesión, adhesión &c.* De esta manera, todos los fenómenos físicos, referidos á una causa única, se explican por transformaciones de movimiento (nº 3, 2º). El sistema expuesto ha dado origen á la gran síntesis de la *correlación y unidad de las fuerzas físicas*. En efecto, los progresos que hacen las ciencias de la naturaleza, manifiestan que el movimiento se transforma en calor y viceversa; y el calor da origen á la luz y la electricidad; además, ésta origina luz, calor y movimiento. Supuesto más probable el sistema filosófico de la *unidad de materia*, en la constitución de los cuerpos, y que se denomina *de la materia y de la forma*, nada más natural que, á la *unidad de materia* corresponda *unidad de agente* en las manifestaciones corpóreas. Y, nótese que distinguimos bien estas manifestaciones, de la forma sustancial: aquéllas no alteran la naturaleza de los cuerpos (nº 2), ésta produce cuerpos esencialmente distintos; y, supuestos los cuerpos nos proponemos explicar los fenómenos.

7.—Con la ojeada general que acabamos de dar acerca de los cuerpos, fenómenos, leyes y teorías, veamos cuales son las

ciencias que constituyea, y las partes diferentes que éstas contienen.

8. Física: su objeto.—La palabra *física*—de la voz griega *φυσική* de *φύσις*, *naturaleza*—se emplea para designar la parte de los conocimientos humanos, que se ocupa en estudiar el mundo corpóreo, en sus relaciones sensibles. Esto supuesto, el Cielo (1) y la Tierra, con todo lo que contienen, en cuanto son conocidos por el hombre, mediante las relaciones sensibles ó corpóreas, son objeto de la ciencia física; por esto se ha dicho: “*FÍSICA, en general, es el estudio de la naturaleza, ó sea de todo lo que constituye este mundo sensible*”. (2)

Así como una de las partes del saber humano, se ocupa en el estudio del Universo, el Mundo, el Alma y Dios, por sus relaciones esenciales; es decir, *trata del conocimiento de las cosas por sus causas, y expone, de un modo general, lo relativo á los elementos, las leyes y propiedades del Mundo, la Física descende á la investigación especial de los seres particulares que éste contiene*. La primera, que es la filosofía, y que se llama, con toda propiedad, FILOSOFÍA RACIONAL, tiene como consecuencia á la segunda; así, ésta, en el sentido más lato, puede llamarse FILOSOFÍA INDUCTIVA, Ó FILOSOFÍA DE LA NATURALEZA Ó NATURAL.

9. Medios de inquisición: procedimiento.—De lo expuesto se deduce que el modo de inquirir la verdad, en la filosofía natural, es inverso del de la racional: ésta, para tener un conocimiento general, con algunos particulares ó especiales respecto del Universo, demuestra de un modo también general, las proposiciones que sienta: en consecuencia, son ciertas las particulares en aquellas comprendidas; la física ó *filosofía natural*, al contrario: 1º, *observa* las relaciones sensibles que, en el mundo corpóreo, se presentan espontáneamente; 2º, hace *experiencias* valiéndose de medios y aparatos adecuados, en condiciones diferentes y variadas, y procurando repetir los cambios naturales que ha observado; y, 3º, *por la comparación entre las observaciones y experiencias*, determina lo que es *esencial, general y accidental* en los efectos dados. De esta manera, cumpliéndose los hechos, la física adquiere la convicción de que las mismas causas producirán siempre los mismos efectos, y sienta las proposiciones generales que, son y forman las verdades que, acerca del mundo, pueden conocerse.

Por esto se ha dicho: “Cuando se empieza el estudio de las ciencias matemáticas basta haber admitido algunas verdades evidentes para conducirse, por una serie de razonamientos que se encadenan, á una serie continua de conclusiones tan ciertas como los principios que les sirven de base: estas ciencias son,

(1) Se habla del Cielo sidéreo.

(2) Causadas: lugar citado.

puras concepciones, y sólo obedecen á las leyes necesarias del raciocinio. (1) Pero, en el estudio que vamos á hacer del mundo físico, no hay axiomas que la razón nos indique ni principios que podamos sacar de nuestro espíritu; en la naturaleza sólo se ven mecanismos complejos gobernados por fuerzas que no se pueden adivinar. El solo objeto de nuestras inquisiciones será analizar esos mecanismos y descubrir estas fuerzas; el único medio de que disponemos para conseguir nuestro intento es observar los efectos que se producen en nuestra presencia. Viendo verificarse tantos fenómenos, nos semejamos á aquellos que, por la primera vez, examinan el juego de una máquina de vapor: allí observan órganos numerosos que obedecen á la acción de un motor incógnito, y si quieren explicarse el aparato, necesitan desmontarlo para estudiar la función de cada parte, hasta descubrir, al fin, el vapor que todo lo pone en movimiento. *En presencia de los fenómenos naturales tenemos la misma ignorancia acerca de los mecanismos y sus causas; para estudiarlos necesitamos un trabajo de descomposición semejante*". (2) Quede, pues, grabado en el ánimo del lector que, para conocer alguna verdad en el mundo físico, es necesario *observar muchas veces, y ejecutar diferentes experiencias*: errará el científico que, sin estos elementos, por creer infalibles las ciencias del cálculo, aplique las matemáticas, al descubrimiento de las verdades del mundo material.

Se deduce, de lo que precede, que las ciencias físicas, primero *observan*, es decir, procuran atisbar lo que pasa en el mundo corpóreo; segundo, *hacen experiencias*, esto es, procuran, no sólo percibir lo que naturalmente se produce en el mundo, sino repetir, en circunstancias muy variadas, los hechos singulares, en las condiciones más ventajosas; y tercero, ejecutan las convenientes comparaciones, y después generalizan sobre la verdad de los hechos percibidos; lo cual es ya un verdadero conocimiento, y forma la *inducción racional*. Por esto, la ciencia que estudia los fenómenos singulares de la naturaleza, ha sido llamada, con toda propiedad, FILOSOFÍA INDUCTIVA.

10. La inducción científica.—La *observación de los hechos* verificada, ya analíticamente, por el estudio de las partes para conocer el todo; ya de un modo sintético, estudiando el todo para conocer las partes; y la *experiencia*, tales son los elementos de la *inducción científica*. Pero la INDUCCIÓN, que es la deducción de alguna cosa universal, por la enumeración conveniente de cosas particulares, necesita algo más para tener valor científico: deben existir ciertos principios racionales superiores, por decirlo así,

(1) Este razonamiento de los Sres. Jamin y Bouty basta para pouver de manifiesto la real existencia de los MATEMÁTICAS PURAS, y su diferencia de las APLICADAS, contra lo que asegura el Sor. Lamé, á saber: *que no existen las MATEMÁTICAS PURAS*.

(2) M. Jamin y M. Bouty; lugar citado.

á la experiencia misma, que dirijan la razón al formar las comparaciones que determinan las verdades que pueden conocerse acerca del mundo sensible. Entre otros principios deben presuponerse: 1º *Las esencias de las cosas son inmutables*; 2º *El mundo se rige por leyes hipotéticamente necesarias y permanentes*; 3º *Puesta la causa natural y necesaria de un efecto, se sigue este efecto*; 4º *Las mismas causas, físicas ó materiales, en iguales condiciones, producen siempre los mismos efectos*. Si, pues, las ciencias físicas, sólo por la inducción llegan á formar un cuerpo de doctrina, es necesario que combinen los indicados elementos, con la concienzuda aplicación de los principios precedentes.

Si la consecuencia universal que se infiere, es por la observación de todos los particulares que se refieren al hecho, resulta la *inducción completa*. En este caso, la afirmación sería tan verdadera como los principios que forman la filosofía racional. Mas, no es dado al hombre, por lo general, conocer los particulares del mundo por la inducción completa. Una afirmación deducida por la observación de algunos hechos singulares, forma la *inducción incompleta*; y en esta clase de inducción se apoya la filosofía natural. Pero hay veces en que el conocimiento adquirido por esta ciencia, se funda en *razones de congruencia*, llamadas así, no por la identidad de los fenómenos observados, sino por cierta semejanza ó analogía. De este modo, la *analogía ó inducción analógica*, fundada en el 4º de los principios precedentes, y útil *rastró conductor de ingenio sagaz*, ha sido y será muy conveniente á las ciencias físicas: casi siempre la afirmación por analogía, hecha con discreta sobriedad, se ha confirmado después, en virtud de observaciones muy precisas que, por lo mismo, no han dejado lugar á duda alguna. No de otra manera, Sir Willam Herschel anunció al mundo que el sistema solar se movía hacia la constelación de Hércules; y, aunque al principio este aserto fué despreciado por los astrónomos, las muy buenas observaciones que hizo después Struve, astrónomo ruso, confirmaron plenamente la analógica verdad de Herschel.

II. Clasificación de la Filosofía Natural.—La definición que dejamos apuntada (nº 8) comprende toda clase de estudios acerca del Universo sensible; y, en efecto, esta ciencia, ó sea la FÍSICA GENERAL, no puede ser otra cosa; pero como las ciencias, para ser accesibles á la inteligencia del hombre, deben contener, como hemos dicho, metódicas divisiones, de aquí la necesidad de dar partes á la *Filosofía de la Naturaleza*, según los caracteres especiales, y las afinidades que se descubran en los hechos sujetos á la investigación. Por esta razón, y en conformidad á los autores que sobre el particular han escrito, procedemos á clasificar dicha ciencia en la forma siguiente:

1º—A más de ciertas propiedades particulares que pueden observarse en los seres del mundo físico, todos ellos, permane-

ciendo los mismos, gozan de otras, más ó menos comunes, cuando están sometidos á la acción de ciertos agentes, como la fuerza atractiva de las masas, el calórico, la luz, &^u. La parte que de estas propiedades se ocupa se ha llamado FÍSICA PARTICULAR ó FÍSICA PROPIAMENTE DICHA. Por esto, "*La FÍSICA, propiamente dicha, es el estudio de los fenómenos generales, ó propiedades generales de los cuerpos, unido al de los agentes que obran sobre ellos sin alterar su naturaleza*". (1)

2^o.—Muchas veces los cuerpos, al relacionarlos recíprocamente, cambian sus respectivas propiedades, de modo que resultan otras diferentes, y aun contrarias á las anteriores, lo que arguye un cambio sustancial en los mismos. Esta parte de la Física General, se llama *Química*, y se define diciendo:

"*QUÍMICA es la ciencia que estudia las acciones íntimas que unos cuerpos ejercen sobre otros, y que, modificando su naturaleza, dan lugar á un cambio completo y durable en sus propiedades*". (2)

3^o.—A más de las propiedades indicadas antes, y comunes á los seres del mundo físico, existen en ellos otras especiales, como forma particular, posición de unos respecto á otros, movimientos relativos, origen y modo de existir, estructura, organización y funciones en los seres vivientes &^u. El estudio de estas y otras muchas propiedades particulares, se divide en dos grandes ramos: en el uno se consideran los cuerpos más allá de la Tierra, en los espacios celestes, y entre ellos se incluye aun ésta; en el otro se trata especialmente de los cuerpos que componen la Tierra, y colocados en la superficie ó en lo interior de la misma: aquel ramo constituye la *Astronomía*; éste la *Historia Natural*. Por tanto:

"*ASTRONOMÍA es la ciencia que trata de los cuerpos celestes*".

La atracción planetaria; forma y posiciones de los astros; propiedades particulares del sol, la luna, los planetas, los cometas, y las estrellas fijas; teoría de la atracción ó gravitación universal: tales son los objetos sobre que versa el estudio de la *ciencia astronómica*. Y, según se consideren los hechos, las causas, y la manera de investigar los hechos, por observación ó por cálculo, la *Astronomía* se divide en *descriptiva, física y práctica*.

"*HISTORIA NATURAL es la ciencia que enseña la descripción y distribución metódica de los animales, vegetales y minerales*." (3)

De esta manera, son objeto de la *Historia Natural* los seres naturales que pueblan el globo que sirve de morada al hombre. Y se dice *seres naturales*, por cuanto los *artificiales*, pro-

(1) Canudas: lugar citado.

(2) Wurtz: *Química Moderna*. pag. 5.

(3) Canudas: lugar citado.

ducto, mediato ó inmediato, de la industria humana, pertenecen á otros estudios que bien pueden considerarse como partes de la filosofía natural, en sus aplicaciones. Según lo que precede, la *historia natural* se compone de la *Mineralogía*, la *Botánica* y la *Zoología*. (1)

12 Diferentes propiedades de los cuerpos.—Puesto que la Física particular estudia las propiedades generales de los cuerpos (nº 11, 1ª), conviene, antes de clasificar esta parte de la filosofía natural, saber *qué son esas propiedades, y de cuantas maneras, por lo general, pueden considerarse.*

“*Llámanse propiedades en los cuerpos, las diferentes maneras con que éstos se presentan á nuestros sentidos.*” Son propiedades *esenciales* aquellas sin las cuales los cuerpos no pueden existir: creemos que tales propiedades no pueden ser otras que la *extensión* y la *inerencia* (nº 3, 3º). Son *generales* las que siempre se manifiestan en los cuerpos: entre éstas pueden contarse la *porosidad*, *divisibilidad*, &ª. Propiedades *particulares* son las que no siempre se presentan, ó sólo se manifiestan en condiciones particulares; tales son el estado *sólido*, *líquido*, *acrisforme* ó *gaseoso*, la *diafanidad*, *opacidad*, *sonoridad* &ª.

13. Estado en los cuerpos.—Lo expuesto nos induce á la consideración del *estado* en los cuerpos, tanto más cuanto que el de *líquido*, en el agua, va á ser objeto de nuestro estudio, en el presente tratado.

“*Por estado, en los cuerpos, entendemos la manera física de ser en cada condición particular*”: dicho estado es el de *sólido*, el de *líquido*, el de *gaseoso* ó *acrisforme* ó *flúido* y el de *incoercible*.

1º—*Estado sólido es aquel en que un cuerpo, por sí solo, conserva su forma propia.* Tal estado es debido á la fuerza de cohesión, más ó menos notable, entre las partículas del cuerpo; así, dichas partículas no pueden separarse sin ejercer sobre ellas, igualmente, un esfuerzo más ó menos considerable; y, por lo mismo, estando unidas, los cuerpos pueden quedar en equilibrio sólo sostenidos por uno de sus puntos. Un caso de excepción es cuando el cuerpo está reducido á polvo, y de éste hablaremos en el nº siguiente.

2º—*El estado líquido se constituye por tomar el cuerpo la forma del vaso que lo contiene, siendo siempre plana, ó mejor dicho, horizontal la superficie libre ó superior, si se prescinde de causas perturbadoras externas.* En tal estado es muy pequeña la fuerza de cohesión; por eso las partículas fácilmente resbalan las unas sobre las otras; y así, para que haya equilibrio es necesario que el cuerpo esté sostenido en todos sus puntos, menos

(1) La definición que de Filosofía Natural hemos dado, manifiesta que, á más de las partes indicadas, contiene también, como tales, la *Ciencia de las Construcciones y Minas*, la *Agricultura*, la *Medicina y Cirugía*, la *Veterinaria* y otras.

en la superficie libre. La diferencia específica, por decirlo así, con un sólido, reducido á polvo, consiste en que la superficie libre ó superior, del sólido, jamás tiende, por sí sola, á tomar la forma de superficie horizontal ó de nivel.

3^o—*Estado gaseoso ó aeriforme ó fluido es aquel en que un mismo cuerpo tiende á ocupar espacios cada vez mayores,*

Esto sucederá hasta que desaparezca una cierta fuerza de repulsión de que están dotadas las partículas que constituyen el cuerpo. En el estado gaseoso la fuerza de cohesión se ha anulado sensiblemente, reemplazándose por la indicada de repulsión; pero es claro que habrá un momento en que ésta llegará á ser despreciable: entonces el cuerpo tomará una forma generalmente esférica; y en los límites, las últimas partículas separadas estarán sujetas á una verdadera oscilación formada por aumento y disminución en el volumen del cuerpo, lo que dependerá de ciertos agentes que obren aumentando ó disminuyendo la fuerza repulsiva. El aire es, pues, un cuerpo gaseoso, y lo indicado se ha de verificar en los límites de la atmósfera. La fuerza repulsiva, que hemos mencionado, constituye la *expansibilidad* de los gases.

4^o—Ya hemos apuntado (n^o 3, 2^o y n^o 6) que es muy posible la existencia de un solo agente, *causa única segunda* de todas las manifestaciones que presentan los cuerpos; ahora añadimos que esas palabras, que entonces indicábamos como conjeturables, tienden, según la moderna ciencia, á ser una verdadera proposición que se formula en los siguientes términos: *todas las fuerzas de la naturaleza tienen por centro y principio activo la sustancia y los movimientos del éter* (n^o 6). Existe, pues, un cuerpo cuya naturaleza es la de los cuerpos gaseosos, pero en un concepto *eminente*: muy más sutil y expansible que éstos, llena todos los espacios y los penetra por razón de una densidad infinitamente pequeña; y por una elasticidad infinitamente grande, origina, seguramente, las formas que hasta hoy se califican de causas ó agentes en el mundo físico (n^o 3, 2^o). El cuerpo que de este modo existe, á diferencia de los otros cuerpos, es invariable en su estado; y por las cualidades indicadas, propias sólo de él, no puede ser cogido, sujeto ni circunscrito á volúmen determinado; por esto se llama, con toda propiedad, **fluido INCOERCIBLE é IMPONDERABLE**. Ciertamente, como materia que es, algún peso ha de tener en determinado volúmen; pero, como no se lo puede encerrar, el hombre jamás podrá pesarlo, y de aquí la calificación de **IMPONDERABLE** que se le asigna; luego también lo serán el calor, la luz, la electricidad; pues no son otra cosa que manifestaciones del fluido éter.

Como existe el éter, por las pruebas ó demostraciones que al respecto se dan, resultan ser ciertos los *cuatro estados* que hemos indicado para los cuerpos que componen el mundo sensible.

14. Partes de la Física propiamente dicha.—Supuesta la división introducida en las propiedades de los cuerpos (nº 12), las partes de la Física son:

1ª—GENERAL: estudio *somero ó general de las propiedades generales de los cuerpos*. Comprende, por lo mismo, las nociones de *extensión, divisibilidad, impenetrabilidad, compresibilidad*; y sus recíprocas la *inercia, la porosidad, la dilatabilidad* y la *elasticidad*.

2ª—DE LOS EFECTOS DE LA GRAVITACIÓN: *se estudia la acción física de atracción ó aproximación de unos cuerpos á otros*. Esta parte da origen al gran problema del *movimiento con las causas ó fuerzas que le modifican* (nº 3, 3º). La masa de los cuerpos es uno de los elementos más importantes en dicho estudio. Y, por lo expuesto (nº 3, 6 y 12), el agente de que tratamos, puede ser sólo una manifestación de otro más poderoso.

3ª—DE LAS FUERZAS MOLECULARES: *se estudian las acciones físicas que se verifican en el seno más recóndito ó secreto de los cuerpos*. Se comprende que tal estudio se hace sólo en lo que es posible ó dado al hombre. Las acciones indicadas se manifiestan, á veces, por movimientos muy enérgicos, y la fuerza que los origina es solamente un caso particular de la atracción; por lo cual vale lo dicho, á este respecto, en el nº precedente.

A la atracción ó fuerza molecular pueden referirse: 1º la *cohesión*, fuerza que mantiene unidas las particillas de un mismo cuerpo, denominadas *moléculas*; 2º la *adhesión* que une las particillas superficiales de diferentes cuerpos; 3º la *afinidad ó fuerza que preside las acciones químicas*, y por la cual, separándose los átomos de un cuerpo ó dividiéndose sus moléculas, se unen aquéllos á los átomos de otro cuerpo, para constituir nuevas moléculas. Es posible, por lo dicho antes (2º), que aun la afinidad sea una de las manifestaciones del éter.

4ª—ACÚSTICA Ó FONOLOGÍA—de las voces griegas *αὐοὸν, oír, escuchar*; y de *φωνή voz, sonido* y *λόγος discurso, tratado*—: estudio de los efectos producidos por movimientos rápidos especiales en las moléculas de ciertos cuerpos. Tales movimientos se llaman *vibraciones*, y son la causa determinante del *sonido*. La Acústica, pues, trata del sonido en sí mismo, es decir, *sólo en sus propiedades, independientemente de las sensaciones que produce en el espíritu*; porque el sonido, en este concepto, forma la *música*.

5ª—CALÓRICO—de la voz latina *calor calor*—: *se estudian los efectos que principalmente se manifiestan por el debilitamiento sucesivo de las fuerzas de cohesión*. Al calórico se debe el cambio, para un mismo cuerpo, de los tres primeros estados que se indican en el nº 13. El agente *calórico* es, seguramente, sólo una de las manifestaciones del éter.

6^a—ÓPTICA Ó FOTOLOGÍA—de las voces griegas *ὀπτικός* que se refiere ó tiene razón á la vista; y de *φωτός* luz y *λόγος* discurso, tratado—: comprende el estudio acerca de la visión, por la cual juzgamos de la forma, color y otras circunstancias en los cuerpos que se encuentran á diferentes distancias. El agente que estos fenómenos origina, se ha llamado lumínico de la voz latina *lumen* luz; pero, en verdad, sólo es una modificación del éter (n^o 6).

7^a—ELECTRICIDAD Ó ELECTROLOGÍA—del griego *ἤλεκτρον* *ámbar amarillo*— estudio de los fenómenos que se manifiestan por atracciones y repulsiones, por violentas conmociones, por acciones químicas y por otras varias maneras. Como los fenómenos eléctricos se presentan siempre con desarrollo de luz y calor, la teoría moderna, con mucho fundamento, asigna á las manifestaciones de *electricidad, calor y luz* una misma causa ó agente: son, como hemos dicho, modificaciones del éter.

Las acciones eléctricas se presentan: 1^o en el *magnetismo*, que por esto se llama *electricidad magnética*; 2^o en la *electricidad acumulada ó estática*, originada especialmente por frote; 3^o en la *electricidad en movimiento*, y así se llama *dinámica ó voltaica*.

8^a—METEOROLOGÍA—de las voces griegas *μετέωρος* *elevado* y *λόγος* *discurso, tratado*—: estudio de los fenómenos que se producen en la atmósfera, é investigación de las causas que los originan. Tales hechos se denominan *metéoros*. La Meteorología, en este sentido, es como una aplicación práctica natural de las verdades descubiertas en las otras partes de la física especial; y decimos que es la *aplicación práctica natural*, porque esos hechos ó fenómenos se verifican en nuestra presencia, por la acción directa de causas naturales: son, pues, los fenómenos meteorológicos producidos sin intervención del hombre; y así, en las experiencias que se hacen para repetirlos, ó no corresponden los efectos producidos á los naturales que se observan, ó son muy inferiores á éstos.

Es muy posible que los metéoros observados por el hombre, en los primeros momentos de su existencia en la tierra, originaron la investigación de las causas, y, aunque incipiente al principio, poco á poco adquirió carácter metódico: así se formaron, sin duda alguna, los primeros rudimentos de la filosofía natural, cuyo comienzo se pierde en la noche de los tiempos, por la oscuridad que producen las interpuestas centurias; pero se sabe que los elementos de esta ciencia transmitieron á las edades posteriores los Indios, Caldeos, Etiopes y Egipcios, y talvez, en especial, los Israelitas; pues la Sagrada Escritura, obra de ellos, es un manantial fecundo de verdades relativas á la filosofía de la naturaleza para todo espíritu que, despreocupado y con

recta intención, pretenda meditar sobre tan profundas enseñanzas. (1)

Esto supuesto, es objeto de la Meteorología estudiar lo relativo á los meteoros *aéreos, acuosos, eléctricos y luminosos*, y la *Climatología*, ó sea el conjunto de las condiciones atmosféricas que caracterizan una región dada, como las de *temperatura, humedad, presión barométrica y fuerza de aire*, &^a

15. Física Matemática.—Se sabe que las MATEMÁTICAS, *en general, se ocupan en el estudio de las leyes relativas á la cantidad y la extensión, ó sean relacionadas con el número y la extensión.* Pero estas ciencias se dividen en dos secciones: la una se conoce con el nombre de *Matemáticas puras*, así llamada porque es un ramo que se funda en los conceptos puros ó abstractos de *la cantidad y la extensión, siendo sus verdades univversales.* En este sentido, las leyes descubiertas lo son con independencia de las cualidades de los seres que componen el mundo físico. A esta sección pertenecen las partes que se llaman *Aritmética, Algebra, Geometría y Trigonometría*, y son las MATEMÁTICAS ELEMENTALES: además la *Geometría descriptiva, analítica y superior*, los *Cálculos diferencial é integral*, el *Algebra superior* y la *Teoría de los Números* que componen las MATEMÁTICAS SUPERIORES Ó SUBLIMES. (2) La otra sección forma las MATEMÁTICAS APLICADAS: en ésta *las leyes por aquélla descubiertas, acerca de la cantidad y la extensión, se aplican á determinar las propiedades cuantitativas de los cuerpos*, como el movimiento y equilibrio de ellos, la formación y propagación de las ondas sonoras, el curso de las aguas y de los astros, el movimiento vibratorio del éter &^a Se deduce, pues, que las partes de las *matemáticas puras* lo son también de las *aplicadas*, sólo que en éstas se proponen el objeto mencionado; y se designan con diferentes nombres según la clase de propiedades que en los cuerpos consideran; pero la síntesis de los estudios que se hacen con este fin, puede distinguirse con el nombre genérico de MECÁNICA, sobre la cual trataremos á poco.

Por lo dicho podemos sentar que las CIENCIAS FÍSICO-MATEMÁTICAS *son las mismas matemáticas aplicadas, en cuanto dirigen sus investigaciones, sobre los hechos del mundo físico,*

(1) Véase Moigno: *lugar citado*, T. II. pág. 35 y siguientes; T. III, pág. 5 y siguientes.

Además, el hecho de que hubo pueblos antiguos que se inspiraron en la ciencia de los Hebreos, parece demostrarse con el viaje, al occidente, de Mou-wang, sexto emperador de la dinastía Tcheou, en China, que precedió 449 años á Confucio. En esta ocasión aquél trató á Si-wang-mou, madre del rey occidental, quien, por la descripción hecha del viaje, no puede ser otro que Salomón rey de Israel. Esto supuesto, tratando con Salomón ¿cuánto aprendería Mou-wang, y qué caudal de conocimientos llevaría á su patria? (Drioux: *Apéndice de la Historia antigua*).

(2) Muchas otras partes, como la *Teoría de los Cuaternarios* y la *Teoría de las Variaciones*, podrían indicarse; pero parece que éstas son más bien un desarrollo de aquéllas.

apoyadas en las leyes analíticas de la cantidad y la extensión. En este caso, la experiencia y la observación suministran las bases; y el cálculo, por su fecundidad, fundado en ellas, deduce una serie de consecuencias; y, por los resultados que obtiene, adelanta, muchas veces, á las observaciones mismas, según lo hemos indicado (nº 5, 3º). De este modo, con buenas bases, pocas y seguras observaciones han formado una ciencia totalmente *racional*, que es la *física matemática*, reina de las secciones que constituyen la filosofía de la naturaleza, y creación del espíritu humano en el vuelo más sublime á que se ha remontado sólo en los tiempos modernos. Y decimos que esta parte es *totalmente racional*, porque, á diferencia de la ciencia empírica é inductiva que, paso á paso, y después de muchas centurias, apenas puede elevarse de los hechos á las causas, aquélla descende de las *causas á los hechos*, descubre por fórmulas algébricas los fenómenos y las leyes á que están sometidos, y deduce consecuencias que la observación después ha confirmado hasta en los valores numéricos; lo cual comprueba la verdad de las aseveraciones matemáticas asentadas con antelación por el cálculo.

16. Mecánica: sus partes.—Se ha indicado ya (nº 14, 2ª) que el estudio de la acción física manifestada por atracción ó aproximación de unos cuerpos á otros, da origen al problema del movimiento con las causas ó fuerzas que le modifican. Este problema es uno de los más importantes de la física matemática: de él se ocupa la Mecánica; y es la razón porque hemos dicho (nº 15) que ésta es la síntesis de las inquisiciones racionales que aquélla se propone. Por tanto:

MECÁNICA—de la voz griega *μηχανή* máquina—es la parte de la física matemática que trata del equilibrio y movimiento de los cuerpos, en relación con las fuerzas que producen dicho equilibrio y movimiento; ó más cortamente: es la ciencia que trata de las fuerzas, y de las leyes de equilibrio y movimiento.

I.—Esto supuesto, la Mecánica, por los medios y procedimientos, puede ser:

1º **MECÁNICA RACIONAL Ó ANALÍTICA:** estudio de las verdades deducidas, por métodos analíticos rigurosos, de cierto y determinado número de leyes obtenidas en virtud de precisas observaciones. (1)

Sus consideraciones analíticas se fundan en las leyes abstractas del movimiento.

2º **MECÁNICA PRÁCTICA, INDUSTRIAL Ó APLICADA:** apli-

(1) Entre la Mecánica racional y la analítica puede asignarse la siguiente diferencia: la 1ª procede por combinaciones hechas, en la mayor parte, con sólo la razón; la 2ª se forma por las deducciones así obtenidas. Se dice también *Mecánica teórica* por cuanto, para estas deducciones, poco se necesita de la observación ó experiencia, pero no por eso dejan de ser rigurosas las verdades encontradas por el cálculo; pues la observación confirma los resultados.

cación de las leyes descubierta en aquella, á ciertos objetos de la industria humana, como construcciones, máquinas, &c.¹

Se dice también que la Mecánica puede ser inferior ó superior: pero esta división depende más bien del empleo de las matemáticas elementales ó superiores, respecto á la inquisición de las cuestiones en que la Mecánica se ocupa.

II.—Por los seres ú objetos en que investiga las leyes que se propone descubrir, puede ser:

1^o Mecánica de los cuerpos sólidos llamada GEOMECAÁNICA. Son sus partes:

a) ESTÁTICA—del griego *στατός* parado, estacionario estable—: estudio de las fuerzas, y del movimiento que originan.

b) CINEMÁTICA—del griego *κίνημα* movimiento—: estudio del movimiento como puramente matemático, y en sus diversas formas, abstracción hecha de las fuerzas que lo originan.

c) DINÁMICA—de la voz griega *δυναμικός* de *δύναμις* potencia, fuerza—: estudio de las fuerzas, su medida y los movimientos que producen.

2^o Mecánica de los líquidos, llamada HIDROMECAÁNICA y también HIDRÁULICA; la primera de las voces griegas *ὕδωρ* agua y *μηχανή*; y la segunda de *ὕδωρ* y *ὄλιος* tubo. Son sus partes:

a) HIDROSTÁTICA—de *ὕδωρ* y *στατός*—: estudio de las condiciones de equilibrio para los líquidos, en reposo relativo, referidos á los vasos que los contienen.

b) HIDRODINÁMICA—de *ὕδωρ* y *δύναμις*—: estudio de las leyes que rigen el movimiento de los líquidos.

3^o Mecánica de los cuerpos aeriformes ó GASEOSOS—de las voces latinas *aer* aire, y *forma* forma— llamada también AEROMECAÁNICA—de *ἀήρ* aire, *μηχανή*—. Son sus partes:

a) AEROSTÁTICA—de *ἀήρ* y *στατός*—: leyes de los gases en equilibrio, con relación á los depósitos que los contienen.

b) AERODINÁMICA—de *ἀήρ* y *δύναμις*—: leyes que rigen los movimientos de los gases.

OBSERVACIÓN.—Aun cuando la generalidad de los autores denominan *flúidos* los líquidos y los gases, tal calificación parece que corresponde, con más propiedad, á éstos; pues *flúido perfecto* es aquél que no se resiste á ningún cambio de forma, por tener sus moléculas una movilidad absoluta; y semejantes condiciones se verifican más en los cuerpos aeriformes que en los líquidos: sin embargo, los mejores tratadistas califican los líquidos de *flúidos incompresibles*, y de *flúidos elásticos* los gases. Por esto, las propiedades de unos y otros se estudiarían mejor, separadamente, en las secciones 2.^a y 3.^a del n.^o II precedente; pero es común tratar á un tiempo, bajo la denominación de *Hidroestática* é *Hidrodinámica*, de las leyes que rigen los flúidos en general, sin separar las partes indicadas, por cuanto uno

de los estados contiene propiedades que pertenecen también al otro, como la elasticidad, por ejemplo.

17. Hidráulica ó Hidrotecnia.—Ya sabemos (n^o 16) que aquélla viene de las voces griegas ὕδωρ *agua*, y αἰὼς *tubo*; ésta de las ὕδωρ *agua*, y τέχνη *arte*. Según esto, la primera trataría sobre la conducción de las aguas por tubos, ó de los tubos de conducción; y la segunda, por su significación más lata, sobre las construcciones de los varios artificios para levantar, mover y conducir el agua. Pero á aquélla se ha dado más extensión de la que indica su nombre, y se ha dejado á ésta la parte técnica ó práctica de las construcciones que exige el empleo de las aguas. Resulta, pues, que:

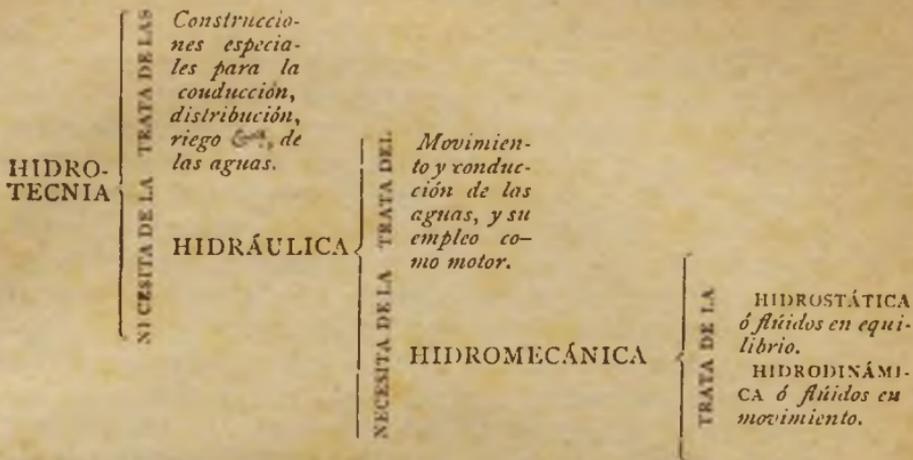
HIDRÁULICA es la parte de la Mecánica, que trata de la salida y elevación de los líquidos, y, especialmente, del curso de las aguas, y su empleo como motor. Una de las más grandes aplicaciones de la Hidráulica es, por tanto, á la formación y establecimiento de los motores hidráulicos, tan útiles en la industria.

En el sentido expuesto, y por razón á la etimología de la palabra, creemos que la Hidráulica, lejos de contener, como partes, la Hidrostática é Hidrodinámica, según lo suponen los Señores Graëff y Vigreux, en los lugares citados, es una sección de ésta; ó, siendo una ciencia práctica, se forma, más bien, por la aplicación de los principios de la Hidrostática é Hidrodinámica á las salidas, elevaciones y más fines indicados, respecto de los líquidos: así, es muy propio decir que *la Hidráulica es á la Hidrostática é Hidrodinámica, como la Mecánica aplicada á la Mecánica racional.* (1)

HIDROTECNIA es la ciencia que se propone estudiar las construcciones especiales para la distribución, y más aplicaciones de las aguas á la industria, en sus diferentes formas. Así, la Hidrotecnia necesita de ciertos principios de la mecánica racional, y se apoya en la Hidráulica, la que, á su vez, supone los conocimientos de la Hidromecánica.

Teniendo, pues, en cuenta, los principios en que cada una se apoya y de que ha menester, podemos formar el siguiente cuadro de las ciencias físico-matemáticas, que tratan acerca de las aguas:

(1) Delaunay: *Curso Elemental de Mecánica Teórica y Aplicada*. Además, véase Silliman: lugar citado; II Sonnet: *Dictionnaire Des Mathématiques Appliquées*.



18. Partes que comprende la Hidrotecnia.—Esto supuesto, como el trabajo del hombre forma la industria agrícola, manufacturera ó fabril y mercantil, la Hidrotecnia debe auxiliar la producción en la mejora del terreno con fines agrícolas, ó haciendo las construcciones necesarias para el movimiento de las máquinas que se destinan á las manufacturas, ó finalmente, facilitando, por la naturaleza de los trabajos, la conducción de los objetos de comercio. Así, la Hidrotecnia trata :

1º *De la manera de conducir las aguas.* Da, pues, las reglas necesarias para establecer conductos de agua subterráneos ó á cielo descubierto.

2º *Del establecimiento de pozos naturales ó artificiales.* Con este fin es necesario conocer algo, siquiera general, acerca de la naturaleza de los terrenos, y constitución hidrográfica de los lugares, para determinar los sitios en que pueden abrirse ó construirse, con ventaja, los pozos. Estudia, en fin, la manera de proceder al sondeo, excavación y aseguración del terreno en que se practican las obras consiguientes.

3º *De la mejora del terreno en cuanto depende de los trabajos que facilitan el riego y el desagüe.*

4º *De las construcciones necesarias para resguardar canales y ríos.* Tal es el establecimiento de diques, presas, &^a, y aun la formación de muelles y malecones.

5º *De la construcción de esclusas, y explicación de los trabajos necesarios para establecer canales de navegación.*

6º *De la rectificación de los ríos y corrección de su curso.* Tales obras pueden hacerse ó con fines agrícolas, ó para la construcción de caminos con el fin de aprovechar un mejor terreno, ó evitar puentes, muros de contención, &^a

7º *Desechar ó quitar pantanos.* Obras semejantes se hacen ó para la salubridad de las poblaciones, ó con fines agrícolas.

OBSERVACIÓN.—Escribir un tratado que contenga, en la extensión debida, las partes especulativas y prácticas, necesarias para el desarrollo de los siete puntos que se indican, sobre ser un trabajo superior á nuestras fuerzas, y muy extenso, no daría aún gran utilidad al país: á medida que éste adelante, tales escritos vendrán de suyo. Así, nuestro propósito, al presente, se limita á escribir sobre lo más importante, conocido el estado actual de nuestras poblaciones y agricultura, para favorecer, en parte siquiera, su adelanto, en lo que dependa, por lo menos, del *aforo, conducción y distribución* de las aguas. Además, si se estudian de un modo siquiera general, algunas de las siete cuestiones indicadas, creemos que nuestro tratado podrá servir de texto en la asignatura que al respecto se ha establecido en el Instituto de Ciencias, para las varias profesiones de matemáticas aplicadas que en éste se cursan.



(Continuará).

En la pág. 398, línea 4ª, dice: *la Mineralogía, la Botánica y la Zoología.*

Léase: *la Zoología, la Botánica y la Mineralogía.*
