

CIENCIA Y EDUCACION

MANUALES

LOGICA

POR

ABEL REY



4
231945

FRAGMENTOS DE LA LECTURA

4
231945



Revisado

LÓGICA

Barlora Celare Dorin Teris Baralipson
Celante Pabito Fapenno Ficusmormum
cerare Carretera Fustino Baroco Paraph
Fclapton Piramus Datin Bocoro Perim



CIENCIA Y EDUCACION

MANUALES

LÓGICA

POR

ABEL REY

TRADUCCION DEL FRANCES

POR

JULIAN BESTEIRO



EDICIONES DE LA LECTURA

LIBRARY

LOGICA

ARISTOTELIS

TRADUCCION DE FRANCISCO

JULIAN BUSTRO



R. 1314313

TIPOGRAFÍA DE CLÁSICOS CASTELLANOS.

CAPITULO I

Las diferentes concepciones de la Lógica.

- I. *Introducción*: A, Distinción de la Psicología y de la Lógica; B, Definición de la Lógica; C, Las diferentes concepciones de la Lógica.—II. *Las relaciones de la Lógica y de la Filosofía: razones por las cuales la Lógica es tradicionalmente considerada como una parte de la Filosofía*: a), Aristóteles; b), el Renacimiento; el siglo xviii; Kant; c), los filósofos contemporáneos; d), la Logística ó Algebra de la Lógica.—III. *La Lógica independiente de la Filosofía*: a), los precursores de esta concepción en el siglo xiii; b), el siglo xix, Stuart Mill, Comte; c), ¿en qué se convirtió entonces la Lógica formal? 1.º, escuela psicológica; 2.º, escuela sociológica; d), la Lógica, arte positivo y racional.—IV. *Conclusión*: estado actual de la Lógica.

I. INTRODUCCIÓN.

A. *Distinción de la Psicología y de la Lógica*.—La Psicología estudia, entre otros objetos, cómo funciona, de hecho, nuestro pensamiento. Las formas excepcionales y patológicas son, para ella, también interesantes; lo son aún más que las formas medias y normales. Pero

este estudio no agota todas las cuestiones que podemos plantearnos con respecto á las funciones representativas é intelectuales. Cuando hemos comprobado cómo funcionan y nos conducen, ya á la verdad, ya al error, podemos todavía preguntarnos *por qué* nos conducen, en ciertos casos, á la verdad, y *por qué* nos conducen, en otros casos, al error.

¿En qué condiciones alcanzaremos la verdad y evitaremos el error? ¿Qué *valen* cada uno de los procesos de nuestro pensamiento? Estas cuestiones del *valor* no pueden ser resueltas por la Psicología. Son el objeto de otras investigaciones, y estas investigaciones son las que, desde *Aristóteles*, se han llamado *Lógica*.

La Psicología—y, sin duda, otras ramas de las ciencias positivas (porque el pensamiento, el conocimiento, la ciencia, no obedecen solamente á leyes psicológicas, sino también á *influencias sociales*, en tanto que resultan de reacciones recíprocas de unos individuos sobre otros, que sus resultados son, ante todo, comunicables y que se desarrollan *en* y, frecuentemente, *por* la sociedad)—tienen, pues, por objeto decirnos cómo pensamos, juzgamos, razonamos, conocemos, y establecer las *leyes* del pensamiento. Pero la Lógica se pregunta cómo *debemos* pensar, juzgar ó razonar *convenientemente*, y cómo debemos conocer *exactamente*; quiere establecer las *reglas* que debemos seguir para *pensar de un modo adecuado*, es decir, para alcanzar la verdad.

Ocupa (con la Moral, la Estética, la Pedagogía), frente á las ciencias psicológicas y sociales, el mismo lugar que la Medicina ó la Higiene frente á la Fisiología. Esta estudia las leyes de la vida; aquéllas, lo

que debemos hacer, las *reglas* que hay que seguir para mantener la vida sana, conservar la salud.

B. *Definición de la Lógica.*—Se puede, pues, definir la Lógica: *el conjunto de investigaciones que tienen por objeto establecer las reglas del pensamiento sano y normal.*

Para analizar esta definición puede ser aún preciso más.

El pensamiento sano y normal es el que nos permite alcanzar la verdad. Consiste en el conocimiento verdadero. De esta nota resulta: 1.º, que la Lógica puede también ser definida: el conjunto de investigaciones que establecen las reglas que debemos seguir para alcanzar la verdad; 2.º, que las reglas de la Lógica conciernen simplemente á la cuestión de saber si los procesos de nuestro pensamiento nos han conducido ó no á la verdad, es decir, si tienen fuerza probativa; esto se expresa diciendo que las reglas lógicas son relativas á la administración de la prueba. *La Lógica es la ciencia ó el arte de la prueba.*

En los procesos del pensamiento importa, en efecto, distinguir *la invención y la prueba*. Formulamos una proposición. La Lógica no se inquieta por saber cómo, *de hecho*, hemos llegado á formularla. Esta es una cuestión psicológica ó sociológica. Pero la Lógica se pregunta simplemente si tenemos *el derecho* de formularla, si la proposición es susceptible de ser considerada como *verdadera ó no*, como *admisible ó no admisible*, como *probada ó no probada*.

Dado y admitido esto (todos los lógicos lo concederían), se trata de saber cómo se puede llegar á establecer

estas reglas, á fundar este derecho, y aquí es donde entramos en un terreno de discusiones siempre abiertas y que no parecen próximas á su fin.

C. *Las diferentes concepciones de la Lógica.*—La Lógica ha sido considerada por algunos como una investigación filosófica. Se ocupa en investigar las leyes y las reglas del razonamiento por medio de un análisis del espíritu y de la reflexión de éste sobre sí mismo.

Pero, actualmente, se han hecho también muchos intentos de constituir la Lógica independientemente de la Filosofía: se reservaría á la Filosofía los ensayos de sistematización y de crítica general que tienen por objeto darnos una idea de conjunto de la realidad y apreciar, desde nuestro punto de vista, esta realidad. En esta concepción, la Filosofía es un punto de vista nuevo, que se superpone al estudio de cada cuestión desde el punto de vista científico y le completa, tratando de extraer todas las hipótesis generales, á las cuales se puede uno elevar cuando no considera ya la cuestión en sí misma, sino que busca su lugar y su significación en el conjunto general de nuestros conocimientos. Es un aspecto de cada problema que puede ser considerado á continuación de su solución científica. Puede haber una Filosofía de la Lógica, una crítica general del pensamiento humano y de sus leyes, una crítica general de las ciencias y de sus métodos (Filosofía de las ciencias); pero la Lógica misma debe ser una investigación independiente de todos estos ensayos filosóficos y debe precederlos.

II. LAS RELACIONES DE LA LÓGICA Y DE LA FILOSOFÍA: RAZONES POR LAS CUALES LA LÓGICA ES TRADICIONAL- MENTE CONSIDERADA COMO UNA PARTE DE LA FILO- SOFÍA.

Es comprensible que, al proponerse apreciar el valor de nuestros razonamientos y las condiciones de los procesos del pensamiento que deben hacernos alcanzar la verdad, se tienda á considerar inmediatamente el problema desde un punto de vista general y filosófico. Se adoptará, primero, una definición de la verdad; después, en virtud de esta definición, se buscará, *a priori*, las condiciones del razonamiento que permiten alcanzar la verdad, los métodos que deben siempre preservarnos del error. Considerada desde este punto de vista, la Lógica es absolutamente independiente de la experiencia.

Debe desarrollarse completamente *a priori*.

En efecto: determinar la verdad desde un punto de vista ideal, determinar lo que debe ser una verdad, no es posible si no se tiene del pensamiento humano una concepción completa, definitiva. Esta concepción no puede ser pedida á la experiencia, porque la experiencia no es jamás completa y está siempre sujeta á revisión. Así, todos los filósofos que han concebido una lógica filosófica, han determinado, primero, por intuición, las leyes necesarias y universales del pensamiento. Conociendo estas leyes, se puede definir de un modo definitivo la verdad y dar, igualmente, de un modo definitivo, las reglas del razonamiento.

La Lógica es entonces un saber definitivo, absoluto,

que supone que somos capaces de tener un conocimiento metafísico de ciertas realidades: en este caso, el pensamiento y sus leyes.

a) *Aristóteles* tuvo de la Lógica esta concepción.

Hizo de ella, en cierto modo, la introducción, la propedéutica de la Metafísica. Con la escuela socrática, consideraba, en efecto, que el concepto, es decir, la idea general, es una intuición directa de la realidad, de la naturaleza eterna y absoluta de las cosas, por el espíritu. La definición del concepto debe darnos el conocimiento definitivo y completo del objeto de este concepto. Llegamos á esta definición, que representa, pues, la verdad en el sentido más firme de la palabra, siguiendo, por el razonamiento, el orden de encadenamiento real de los conceptos. De este encadenamiento real tenemos aún la intuición, porque, si los conceptos son la realidad, las relaciones que se establecen en nuestro pensamiento entre estos conceptos, son también las relaciones de la realidad: las leyes del pensamiento abstracto son las leyes del mundo real. La lógica de Aristóteles investigó, pues, cómo nuestras ideas se encadenan abstractamente en el espíritu; hizo la teoría de este encadenamiento, que es el razonamiento abstracto, independientemente de toda experiencia: la deducción formal; estableció las reglas de este razonamiento y, así, fué fundada la Lógica y por largo tiempo considerada como perfecta, en el sentido de un saber definitivo y absoluto de los principios sobre los cuales se apoya todo conocimiento verídico y de las reglas seguidas en todo conocimiento verídico. La *Escolástica*, hasta el Renacimiento, no con-

cibió otros métodos científicos perfectos que la Lógica de Aristóteles.

b) En el Renacimiento, la Lógica de Aristóteles fué vigorosamente atacada por todos los sabios, entre otros, por Galileo, Bacon, Descartes, Pascal.

La crítica, de un modo general, estableció que el pensamiento abstracto es incapaz de hacernos descubrir cosa alguna. Sólo es fecundo el pensamiento concreto, ya se apoye sobre la experiencia y la inducción, como con Galileo y Bacon, ya se apoye sobre las intuiciones de número y de magnitud, sobre las nociones matemáticas que, aunque vistas por el espíritu, son objetos individuales, concretos (y no ideas abstractas y generales), como en la concepción de Descartes y sus discípulos.

La Lógica de Aristóteles ¿no tiene, pues, valor? Sí; conserva un valor, pero únicamente como *forma de composición* de las verdades descubiertas y comprobadas por otros métodos. Sirve para expresar, sin riesgo de error, lo que la inducción ó lo que la intuición nos han permitido alcanzar. La Lógica de Aristóteles es una *Lógica formal*. Es impotente para indicarnos una verdad real. No concierne al *contenido* del pensamiento. No tiene valor y utilidad más que para dar á las ideas abstractas y generales, que tampoco son realidades, sino simplemente el signo con el cual expresamos la realidad, la forma y el encadenamiento más rigurosos.

A partir de este momento, la Lógica de Aristóteles no es ya considerada, bajo el nombre de Lógica formal, más que como una parte de la Lógica.

Kant conservó esta concepción. La Lógica formal

es un saber riguroso y definitivo, pero que no concierne en modo alguno á la realidad. No se refiere más que á los principios y á las reglas del pensamiento abstracto, considerado *a priori*. Corresponde á otros métodos el proporcionar al pensamiento real un contenido, y este contenido tiene otras leyes, otros principios. La Lógica formal no es más que la base de la organización por la cual el pensamiento se representa este contenido.

c) *Todos los trabajos contemporáneos de Lógica que mantienen relaciones íntimas entre la Filosofía y la Lógica* se colocan también en este punto de vista. Dividen la Lógica en dos grandes partes: la Lógica formal, que es la investigación, *a priori*, de los principios del pensamiento puro, de la razón y de sus reglas necesarias, según las cuales, este pensamiento, esta razón, tratarán todos los objetos, cualesquiera que sean, á los cuales se apliquen. Es el molde general, en el cual debemos hacer entrar todos nuestros conocimientos, pero que, por sí mismo, es incapaz de hacernos conocer nada.

Al lado de esta Lógica formal tenemos una Lógica aplicada, una Lógica de las ciencias, que estudia, según los métodos científicos, las maneras por las cuales nuestro espíritu aprende, poco á poco, á conocer lo real, comprobando los resultados, administrando la prueba en cada orden de conocimientos.

Los espíritus más metafísicos se contentan con tratar de deducir la Lógica aplicada de la Lógica formal, presentando ésta como la base necesaria de aquélla. Los menos metafísicos yuxtaponen las dos partes, sin tratar de deducirlas, como dos investigaciones que se refieren á objetos diferentes y que tienen diferente origen; la

Lógica formal tiene, así, una existencia *a priori*, la Metodología resulta de una crítica *a posteriori* de las ciencias.

Esta concepción conduce á definir la Lógica como una *ciencia particular y original*, como una *ciencia filosófica*. Se distinguirá de las ciencias, en el sentido ordinario de la palabra, en que es *normal y reguladora*, es decir, en que da reglas, mientras que las ciencias propiamente dichas, las ciencias positivas, buscan solamente las leyes de los fenómenos, cómo ocurren, y no cómo *deben* ocurrir. Pero es una ciencia, y no un arte, puesto que *no deriva las reglas que nos da de una ciencia positiva*, sino de las leyes que ella misma establece *a priori*; estas leyes son las leyes del pensamiento puro y se las descubre cuando el pensamiento reflexiona sobre sí mismo para ver cómo razona, cuando se analiza en su funcionamiento. La Lógica entra, pues, en el cuadro de esta Filosofía que se define como una *reflexión sobre el espíritu*, y es, ante todo, la Lógica formal, reconstruída, desde luego, y completada de modo que nos presente una fisonomía completamente distinta de la de Aristóteles.

d) *Esta reconstrucción ha sido, sobre todo, obra de un cierto número de matemáticos contemporáneos.*— Dado que nuestra razón no funciona en el vacío, sino que razona para conocer, y que conocer es establecer relaciones entre objetos, la Lógica puede, pues, ser definida, no sólo como la ciencia de las leyes del pensamiento puro, de la razón y, por consiguiente, de las reglas del razonamiento, tal cual debe ser, sino también como *la ciencia de las relaciones más generales que*

pueden tener entre sí dos objetos de nuestro pensamiento.

En toda operación intelectual, en todo ejercicio del pensamiento, tratamos de establecer relaciones *especiales* entre ciertos objetos, ó, más bien, entre ciertas cualidades de los objetos. El matemático, por ejemplo, estudia todas las relaciones que existen entre los objetos desde el punto de vista del número y de la magnitud, las relaciones numéricas ó las relaciones de posición. Pero hagamos abstracción de todo punto de vista particular. Quedan las relaciones completamente *generales* que un objeto del pensamiento puede tener con otro objeto cuando se olvidan todas las relaciones particulares de estos objetos (propiedades numérica, geométrica, física, etc.).

Pero un objeto, desde este punto de vista tan general, no es más que un término, una forma del pensamiento, un concepto. Las relaciones entre tales abstracciones son las formas diferentes del razonamiento deductivo. Así, volvemos á encontrar todos los elementos estudiados por la Lógica formal. Se ve entonces que se puede definir la Lógica formal, la ciencia de las relaciones más generales de los objetos del pensamiento. La Lógica de Aristóteles fué un primer bosquejo de esta Lógica, que quedó intacto hasta fines del siglo XIX. Son matemáticos, Boole, Schröder, Peano, los que en nuestra época han ampliado considerablemente el punto de vista de Aristóteles, construyendo, sobre el tipo de las matemáticas, todas las relaciones que se pueden establecer entre términos ó proposiciones, es decir, entre los objetos del pensamiento, considerados solamente en tanto

que objetos del pensamiento. Esta extensión ha sido considerada por algunos filósofos (Couturat) como la extensión normal de la Lógica formal y *el fundamento de la Filosofía universal y eterna*. Otros no ven en ella más que una región del análisis matemático, su capítulo preliminar.

III. LA LÓGICA INDEPENDIENTE DE LA FILOSOFÍA.

a) Con ocasión del Renacimiento, los sabios rompieron, no solamente con las tradiciones de la Escolástica, sino también con las tradiciones de la ciencia griega, salvo en lo que concierne á las Matemáticas, que, entre los griegos mismos, se inspiraban en un método muy distinto del dialéctico y silogístico. Aún se puede decir que una de las características del Renacimiento científico es haber tratado de aplicar á la Mecánica y á la Física, en general á la naturaleza material, si no el método matemático, al menos un método que se inspira en él (Galileo, Descartes). La otra característica esencial del espíritu moderno es haber pedido á la observación rigurosa y á la experiencia, conducida con método, el contenido de todas las proposiciones científicas relativas á la naturaleza. Bajo esta doble inspiración, las ciencias se constituyeron de un modo independiente de la Filosofía, y sus métodos se diferenciaron absolutamente del método silogístico; por lo demás, casi inmediatamente, consiguieron resultados considerables y de un gran valor. El pensamiento humano se encontraba, pues, para buscar y descubrir la verdad, en posesión de métodos nuevos, y se planteaba la cuestión de analizar y criticar

estos métodos y de enunciar sus principios. Es lo que han hecho Bacon, en el *Novum organum*, para el método experimental, y Descartes, en el *Discurso del Método*, para la extensión del método matemático á las ciencias físicas. Se puede decir que, desde este punto de vista, estas obras constituyen los primeros ensayos inconscientes de una Lógica que, en lugar de colocarse desde el punto de vista de la razón pura para constituir estas reglas, buscase, por el contrario, el fundamento en el análisis de los métodos que los sabios aplican á sus investigaciones. Estos son los primeros ensayos de una Lógica independiente de consideraciones metafísicas y *a priori*, aunque, sin embargo, su realización conserve aún un marcado carácter metafísico.

b) A pesar de los numerosos ensayos del siglo XVIII (Condillac, los médicos, los psicólogos), ha sido preciso esperar á la mitad del siglo XIX para que se precisase y se afirmase la concepción de una Lógica positiva, que tratase las ciencias, sus métodos, los procesos del espíritu humano, como hechos, y buscase empíricamente, inductivamente, los principios puestos en acción por el pensamiento y las reglas que sigue cuando obtiene resultados útiles. Los filósofos ingleses han sido los primeros que han tratado de realizar esta concepción, indicada ya claramente en la primera lección del curso de Filosofía positiva de Augusto Comte: Stuart Mill, Bain, Whewell, Jevons, Bosanquet, etc. Los alemanes, con Lotze, Sigwart, Wundt, etc., y, sobre todo, los americanos, muy recientemente, con James y Dewey, han continuado en este camino.

Por otra parte, los sabios mismos, en casi todos los

órdenes de las ciencias, se han ocupado, con mucho más cuidado que antes, de la claridad y de la precisión de los principios, del rigor del razonamiento, del desarrollo del pensamiento, y en todos estos trabajos han aportado á la Lógica preciosas contribuciones. Se puede decir que ellos son realmente los que proporcionan los elementos de una Lógica independiente de toda especulación filosófica, inspirada por la experiencia, *a posteriori*, puesto que emana de la práctica cotidiana del razonamiento ó del laboratorio.

La Lógica puede entonces ser definida, ya como lo hace Stuart Mill, la *ciencia de la prueba* (es decir, de los medios por los cuales el pensamiento comprueba en todos sus procesos los resultados que obtiene y pone en evidencia su buen fundamento); ya, de una manera más amplia, la *técnica de los procesos del pensamiento susceptibles de alcanzar la verdad, el arte de conducir bien su pensamiento*. Utiliza, á la vez, los datos de la Psicología, como la escuela americana, y los datos de la Historia y de la Sociología (representaciones colectivas, medios colectivos de expresión del pensamiento, gramática, lengua, historia de las ciencias, etc.) y los trabajos de los sabios sobre los métodos.

Del mismo modo que la Moral puede ser considerada como una aplicación técnica, un conjunto de reglas deducidas de la ciencia de las costumbres, la Lógica sería una aplicación técnica deducida de estos datos de orden psicológico é histórico. Así, la Higiene ó la Medicina deducen sus reglas y sus consejos de las ciencias biológicas.

c) *En qué se convierte entonces la Lógica for-*

mal.—Puede preguntarse en qué se convierte, en esta concepción, la Lógica formal; porque, si toda la Lógica se extrae del análisis y de la crítica que los sabios hacen de sus métodos, no quedará un lugar para ella, ya que la Lógica formal, el silogismo, no es más que un medio completamente accesorio, secundario, en el método científico. Se razona por silogismo en las ciencias; pero el silogismo no existe apenas más que en la exposición verbal que se emplea para comunicar el pensamiento en el discurso.

¿Sería preciso, entonces, considerar la Lógica formal como una especulación muy abstracta, sin relación con la realidad, como una especulación que se mueve en el campo de la razón pura, de la reflexión independiente de los hechos; en suma, como una especulación filosófica? Entonces no se conservaría, como materia propia de la Lógica positiva, más que la Lógica de las ciencias ó Metodología. Esto es lo que han pensado algunos sabios.

Pero se puede pensar también que la Lógica formal debe ser reintegrada en la Lógica positiva, entendiéndola de un modo diferente de como había sido entendida hasta este momento. La Lógica formal comprende, en efecto, los procedimientos muy simples de pensamiento, que son utilizados por todas las ciencias, porque no se podría pensar sin ellos. Absolutamente independientes de los medios efectivos por los cuales encontramos la verdad, las indicaciones de la Lógica formal serían relativas á los procesos universales por los cuales presentamos la verdad una vez que ha sido descubierta, y por los cuales el pensamiento se formula á sí mismo su contenido en

sus diferentes procesos. Aristóteles había descubierto los primeros elementos.

1.º Con la escuela americana se podría considerar entonces que la Lógica formal es un arte, un conjunto de reglas que se debe deducir de la psicología del concepto, del juicio y del razonamiento, y que tienen por objeto describir las formas normales, sanas, útiles de estas operaciones. La Lógica formal, así entendida, sería la utilización de los datos de la Psicología relativos al pensamiento abstracto, una aplicación de la Psicología. Precedería, naturalmente, al estudio de los procesos particulares del pensamiento en cada ciencia y á la utilización de los resultados de estos estudios.

2.º Con la escuela sociológica se podría también —y esta idea se alía muy bien con la precedente— considerar el pensamiento humano, al menos en una gran parte, como un producto de la vida social. Entonces, por el estudio de la vida social, y por medio de trabajos históricos, se descubrirían los factores y las leyes de la evolución del pensamiento. La historia de las maneras de pensar, si se llegase á reconstruir la organización progresiva de nuestras diferentes operaciones lógicas y la historia de las ciencias, nos proporcionarían los datos más preciosos.

d) *La Lógica, arte positivo y racional.*—De un modo general, la Lógica, en todas estas concepciones, se convierte en un arte positivo y racional, deducido del análisis de los procedimientos de los sabios y, después, de los datos científicos proporcionados por las ciencias psicológicas, históricas y sociales. Contiene el conjunto de reglas que nos permiten estimar y comprobar todos

nuestros conocimientos. La Lógica es la técnica de la prueba, el arte de llegar, por la administración de la prueba, á la verdad, ó á evitar el error.

IV. CONCLUSIÓN.

Resulta de esta historia de las concepciones de la Lógica que, en la actualidad, esta ciencia se ha reformado profundamente; poco numerosos son los que la consideran como una ciencia definitiva, inmutable, cuya fórmula hubiese encontrado Aristóteles. Por el contrario, las concepciones que hoy existen de la Lógica, difieren profundamente, según los lógicos, y la Lógica se asemeja mucho más á un conjunto de investigaciones, donde se va á la ventura, donde nada es aún definitivo, como toda investigación que no está más que en sus comienzos. Sus transformaciones son demasiado recientes y demasiado complejas para que se pueda ver bien lo que el tiempo consagrará de ellas.

La concepción de la Lógica como ciencia, y como *ciencia filosófica*, consiste en la enunciación exacta de todas las combinaciones posibles de nuestros conceptos, que satisfacen á las leyes generales del espíritu. Establece *a priori* todo su contenido, aproximadamente como se establecen *a priori* todas las combinaciones de un juego de cartas ó de un juego de dados.

La concepción de la Lógica como arte hace, por el contrario, de la Lógica, una higiene del espíritu, fundada sobre las leyes psicológicas é históricas relativas á la constitución y evolución del espíritu y sobre el análisis de los métodos científicos. Como estas leyes son sacadas

de la experiencia, el arte lógico ha salido directamente de la experiencia.

El porvenir decidirá, de estas dos concepciones de la Lógica que están la una en presencia de la otra, cuál debe vencer en definitiva ó absorber á la contraria.

Dejará quizás subsistir, diferenciándolas profundamente, como dos dominios aislados de la especulación, la Logística y el arte lógico. En este caso, la Logística sería una región de la Matemática ó una parte de la Metodología de esta ciencia, más bien su introducción general. Y si la palabra "Lógica" continúa significando el arte de conducir bien su pensamiento, el arte de la prueba, la higiene del espíritu, no podrá designar más que el segundo orden de investigaciones. La Lógica será, entonces, el desenvolvimiento de las tentativas hechas en el siglo XVII por Bacon y Descartes, después por Stuart Mill, confirmadas por la escuela psicológica y la escuela sociológica para obtener directamente los procesos reales y concretos del pensamiento, las reglas que hay que seguir para conducirle bien y comprobar sus conclusiones. Se apoyará sobre un estudio científico y objetivo de las funciones mentales y de los procedimientos de razonamiento y de prueba, como la moral se apoya sobre un estudio científico y objetivo de las costumbres.

Nota muy importante.—Este capítulo contiene necesariamente, en lo que se refiere al modo como se presentan las cosas, una gran parte de interpretación personal. El lector deberá tener presente que, los hechos que conciernen á las trasformaciones profundas de la Ló-

gica actual, podrían ser expuestos y clasificados de otro modo. Debe, pues, prestar más atención á los hechos mismos que á la clasificación que doy de ellos é interpretarlos y clasificarlos de otro modo, si le parece preferible.

CAPITULO II

Nociones de Lógica formal.

- I. *Definición de la Lógica formal.*—II. *Las nociones y los términos;* A, *De las nociones.* Nociones concretas y abstractas; B, *De los términos:* a), términos singulares y generales; b), positivos y negativos; c), contradictorios y contrarios; d), extensión y comprensión de los términos; C, *Clasificación y división:* 1.º, clasificación; 2.º, esencia y accidente; 3.º, división; D, *Definición.*—III. *De las proposiciones;* A, *Las proposiciones:* sujeto, cópula, atributo; B, *Juicios analíticos y sintéticos;* C, *cualidad y cantidad de las proposiciones.*—IV. *Las inferencias y el razonamiento;* A, *De las inferencias en general;* B, *De las inferencias inmediatas:* a), por oposición; b), por conversión; C, *Las inferencias mediatas y el razonamiento propiamente dicho;* D, *Diferentes clases de razonamiento.*—V. *La deducción formal. El Silogismo:* A, *Definición y generalidades;* B, *Sus reglas* (en número de ocho). *Modos y figuras del silogismo:* a), sus tres ó cuatro modos; b), sus figuras en número variable según los modos; c), legitimidad de la distinción de los modos y las figuras; D, *Los principios del silogismo;* E, *Silogismos incompletos y compuestos.*—VI. *Las reformas de la Lógica formal. La Logística.*—VII. *Utilidad de la Lógica formal;* A, *Utilidad de la Lógica formal en general;* a), el objeto que se propone tiene un interés propio; b), sus reglas son útiles; B, *La crítica del silogismo;* a), Descartes; b), St. Mill.

I. DEFINICIÓN DE LA LÓGICA FORMAL.

Lo que hemos dicho en el capítulo precedente permite precisar la definición de la Lógica formal. La Lógica formal, como el arte de los medios de expresión universalmente empleados, puede ser también definida *el arte de la consecuencia ó de la concordancia del pensamiento consigo mismo*, porque, expresar de un modo conveniente lo que quiera que sea, es exponerlo de un modo completamente *satisfactorio para nuestro pensamiento*. Ser lógico, ser consecuente, ser coherente (acuerdo del pensamiento consigo mismo), exponer *perfectamente* sus ideas, son *expresiones sinónimas*.

Como nuestro pensamiento concuerda — cualquiera que sea la razón de esta concordancia — con las cosas, puesto que sirve para exponer lo que sabemos de las cosas y actuar sobre ellas, el arte de la consecuencia enunciará las relaciones más generales que hay entre las cosas, es decir, las relaciones de que son susceptibles, cualesquiera que las cosas *puedan ser*, las relaciones á las cuales están sometidas necesariamente todas las cosas *posibles*.

Así, se dice que la Lógica formal no se refiere más que á lo *posible*, rejuveneciendo una de sus antiguas definiciones, que hacía de ella la *ciencia de lo posible*.

Estas definiciones postulan todas que, la Lógica formal, no concierne más que á los procesos del pensamiento considerado por sí mismo, por tanto, independientemente de toda experiencia concreta. No se refiere más que al pensamiento abstracto. Si tenemos en cuenta las clasificaciones psicológicas del juicio y del raciocinio,

vemos que no debe ocuparse más que del juicio considerado como *analítico* (sacando del sujeto por abstracción, *a priori*, un atributo que le conviene) y del razonamiento *deductivo* (que concluye, de una proposición general, una aplicación particular de esta proposición).

II. LAS NOCIONES Y LOS TÉRMINOS.

A. *De las nociones.*—Una noción, en sentido general, es una idea ó un concepto. Por definición, es el acto de pensamiento que nos representa una relación entre datos sensibles, es decir, entre objetos. El pensamiento lógico no comienza más que cuando hemos formado conjuntos de esta clase, cuando expresamos relaciones por ideas. Aunque compleja desde el punto de vista psicológico, la noción ó la idea es el elemento simple de la Lógica formal.

Nociones concretas y nociones abstractas.—La noción es concreta cuando la relación que expresa puede representarse de un modo sensible, y, por consiguiente, se localiza en un momento del tiempo ó en un punto del espacio. Las nociones concretas expresan, pues, las relaciones más particulares de las cuales se puede ocupar la Lógica formal. La noción abstracta es, por el contrario, una relación que no puede representarse de un modo sensible. “Pedro” es una noción concreta; “un hombre”, “una casa” son nociones abstractas.

B. *Los términos.*—El término es la palabra por la cual se piensa una noción. La Lógica formal se refiere, pues, á los términos, que son los sustitutos de las nociones, de los conceptos y de las ideas.

a) *Términos singulares y términos generales.*—Los términos singulares son los que expresan nociones concretas; los términos generales, nociones abstractas.

Se distingue singular de particular en este sentido: que singular designa siempre un objeto representable en la intuición, un individuo, mientras que particular tiene un sentido relativo; un término puede ser particular frente á otro término y general frente á un tercero. "Pedro" será siempre un término singular; "hombre" puede ser general frente á "Pedro", particular frente á "mamífero".

b) *Términos positivos y negativos.*—Considerados desde otro punto de vista, los términos son positivos ó negativos: positivos cuando significan la presencia de una cualidad: luz... Negativos, cuando significan la ausencia de una misma cualidad (luminoso, y no luminoso)... Algunos lógicos han distinguido estos términos, opuestos dos á dos, en términos contradictorios y contrarios.

c) *Términos contradictorios y contrarios.*—Contradictorios serían aquellos de los cuales el uno niega lo que el otro implica, y que, por consiguiente, no podemos suponer aplicados, al mismo tiempo, á una misma cosa... Términos contrarios serían aquellos que expresan, bajo formas positivas, cualidades incompatibles. Ejemplo: luz y tinieblas. (Liard, *Logique*, 7.)

d) *Extensión y comprensión.*—Los términos se diferencian unos de otros, como las nociones, por su extensión y su comprensión. La extensión es el número de objetos á los cuales se extiende el término; la comprensión es el número de cualidades que comprende.

Los términos forman así una jerarquía que representa el papel principal, puesto que es esta jerarquía la que establece las relaciones puras que el pensamiento puede suponer entre objetos, cualesquiera que éstos sean. Los términos singulares, que representan las nociones concretas, son los que tienen mayor comprensión y menor extensión. Un término particular tiene más comprensión y menos extensión que un término que, por relación á él, es general. Un término particular designa una especie comprendida en un género que es connotado por el término general. Especies y géneros se subordinan las unas á los otros, desde los individuos hasta el género más general (idea de objeto, de ser), formando clases que entran, *están incluidas*, las unas en las otras.

C. *Clasificación y división.*— 1.º *Clasificación.*— Las escalas constituídas por la extensión y la comprensión son idénticas, puesto que estas dos propiedades están *rigurosamente* en razón inversa la una de la otra. La jerarquía formada por los términos desde el punto de vista de la comprensión, constituye, pues, la jerarquía formada por los mismos términos desde el punto de vista de la extensión, cuando se la recorre en sentido inverso. No hay, pues, más que una sola escala que proporciona también una clasificación, la única posible, de los términos desde el punto de vista de la Lógica formal.

Se considera, en general, para clasificar los términos, que la extensión es más fácil de determinar que la comprensión. Los términos se subordinan, pues, los unos á los otros, según que se extiendan á un número de objetos mayor ó menor, según que expresen relaciones más ó menos generales. En una clase formada por objetos

que tengan entre sí relaciones, un término que expresa una relación que no es verdadera de todos los objetos, designa una especie; el término, por el contrario, que designa las relaciones verdaderas de todos los objetos, designa el género. Ejemplo (dado por Liard, *Logique*, 15):



Vertebrados es el género; mamíferos, aves, reptiles, peces, batracios, son las especies; á su vez, mamífero puede ser considerado como un género; comprenderá como especies las diferentes familias de mamíferos: felinos, primates, marsupiales, rumiantes, ungúídeos, ungúículos, roedores, paquidermos, cetáceos, etc.

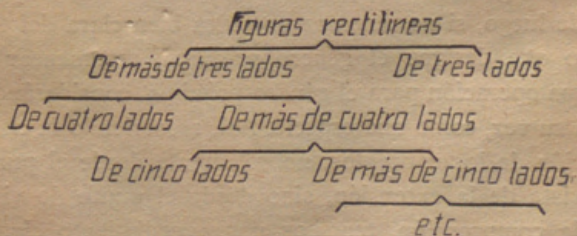
Las especies comprendidas en el género mamífero son, en cierto modo, especies de segunda potencia del género, más lejano de ellos y más vasto, designado por el nombre vertebrados.

Se llama *género próximo*, aquel cuya especie considerada, es una especie inmediata, de primera potencia; por ejemplo: mamífero para felino, vertebrado para mamífero. Se llama *diferencia específica* la relación que diferencia, en el seno de un género próximo, la especie considerada. Ejemplo: tener mamas para los mamíferos en el género próximo *vertebrados*.—Tener garras reentrantes cuando se considera los felinos en relación á los mamíferos.

2.º *Esencia y accidente*.—"Las cualidades constitu-

tivas del género y de las diferencias específicas son generales y constantes. En otros términos: se encuentran siempre en todos los individuos de la especie. Otra cosa ocurre con el *accidente*. Por esta palabra, los lógicos designan toda cualidad que puede pertenecer ó no pertenecer á los individuos en una clase.—Es un accidente para el hombre ser calvo ó ciego: estas no son cualidades constantes de todos los hombres. Al accidente se opone la *esencia*; á las *cualidades accidentales*, las *cualidades esenciales*. La esencia, en una noción, no es otra cosa que la totalidad de las cualidades constantes que constituyen las diferencias y semejanzas.”

3.º *División*.—Se llama *división* en Lógica la operación por la cual se distinguen las diferentes especies de un género dado. Se expresa, por consiguiente, por las diferencias específicas. “La dicotomía es el procedimiento más exacto de división lógica. Consiste en dividir cada género en dos especies”, tomando por diferencias específicas dos cualidades contradictorias, es decir, incompatibles, y así á continuación. Es el procedimiento lógico sobre el cual se apoya la dialéctica de Sócrates y Platón; es, pues, el primer método científico cuya regla se ha formulado claramente; ejemplo (ídem, 18):



La división lógica es el procedimiento cierto por el cual, permaneciendo en el dominio del pensamiento puro, podemos trazar la clasificación de los conceptos.

D. *Definición.*—Cada término, en el sistema jerárquico, cuyos procedimientos ciertos de construcción acabamos de dar (extensión y comprensión, clasificación y división), tiene una circunscripción determinada.—Definir cada término es delimitar la circunscripción por él designada. Como se ve, la definición debe permitirnos volver á encontrar la extensión de un concepto por medio de su comprensión, mientras que, por el contrario, la clasificación nos permite volver á encontrar la comprensión por medio de la extensión. Enunciar toda la comprensión de un concepto, ó definirle, que es lo mismo, sería, sin embargo, una operación indefinida, porque el número de las cualidades de un objeto es infinito. Sería preciso, á partir de este objeto, remontarse á través de todos los grados de la clasificación hasta el género supremo. Así, nos debemos contentar con enunciar el género próximo y la diferencia específica; por ésta delimitamos de un modo cierto la circunscripción del término, y por el género próximo averiguamos, de un modo cierto, el lugar de esta circunscripción en el dominio general del pensamiento. Nada nos impide, desde luego, si no tenemos una idea bien clara del término que designe el género próximo, recomenzar la misma operación para el género próximo, considerándole, á su vez, como una especie. Así, recorriendo la clasificación de los conceptos, no solamente desde el punto de vista de la extensión, sino desde el punto de vista de la comprensión, tenemos un procedimiento cierto,

desde el punto de vista formal, para definir todos los términos.

La definición es la operación de la Lógica formal que es la base de todas las operaciones puramente lógicas del pensamiento (de las cuales vamos á hablar á continuación). Es el primer punto con motivo del cual, sin que sea necesario insistir en ello, se apercibe la *utilidad de la Lógica formal*. Cualquiera que sea, en efecto, la operación intelectual á la cual nos entreguemos, cualquiera que sea el objeto que tengamos en cuenta, con tal que se trate de conocerle, ó de hacerle conocer, ó de expresar el resultado del conocimiento, nos vemos obligados á servirnos de términos. Pero los términos no tienen sentido y, se puede decir, existencia, sino en tanto que son definidos. La primera regla para pensar sanamente, es decir, para evitar todo riesgo de error, es, como decía Pascal, "no emplear más que términos que los que se ha tenido el cuidado de definir", ó, como decía Descartes, "naciones claras y distintas, no siendo clara y distinta una noción más que cuando el término que la designa está rigurosamente definido". Pero, como la definición exige las operaciones previas de clasificación y de definición, y todas las otras notas de la Lógica formal, no es solamente la utilidad de la definición la que resulta de lo que hemos dicho, sino también la utilidad general de la Lógica formal.

Según lo que precede, la definición se hace por la esencia, y no por el accidente, es decir, por los elementos permanentes de la idea.

Los individuos no podrán ser definidos, porque no se distinguen más que por accidentes.

El género supremo tampoco puede ser definido (le falta la diferencia específica y el género próximo).

La definición debe convenir á todo lo definido, puesto que debe circunscribir todo el dominio al cual lo definido se extiende. La definición debe convenir sólo á lo definido, puesto que debe situar exactamente en el dominio del pensamiento la circunscripción que delimita.

No se deben emplear en la definición los términos por los cuales es designada la noción que hay que definir. No nos debemos servir en la definición más que de términos claros y distintos, es decir, de términos de los cuales se pueda dar la definición ó que sean *evidentes* por sí mismos.

Las definiciones de las cuales se trata en Lógica formal son definiciones *formales*, es decir, puramente *conceptivas*. Son muy diferentes de las definiciones usuales, ya en las ciencias matemáticas, ya en las ciencias de la naturaleza, definiciones que estudiaremos después, porque no plantean nunca la cuestión de la relación del concepto con los objetos de la intuición ó de la experiencia.

III. DE LAS PROPOSICIONES.

A. *Las proposiciones. Sujeto. Cópula. Predicado.*
—Mientras que un juicio es la simple afirmación de una relación entre dos cosas, la *proposición* es el enunciado mismo del juicio. Toda proposición se compone de dos términos: el *sujeto*, aquel del cual se afirma; el *atributo* ó *predicado*, aquel que es afirmado; la *cópula* es el verbo *ser*, que une (copulat) el sujeto y el predicado.

B. *Juicios sintéticos y analíticos.*—Kant ha dividido los juicios en analíticos y sintéticos. Por los primeros, afirmamos en un sujeto un atributo que estaba contenido en él implícitamente. Ejemplo: el triángulo es una figura que tiene tres ángulos. El atributo es, pues, obtenido aquí por el análisis ó descomposición del sujeto. Por los segundos, afirmamos en un sujeto un atributo que no estaba en el contenido. Estos últimos juicios suponen una intuición. Ejemplo: la tierra es esférica. Es la experiencia y el cálculo lo que nos ha enseñado esta propiedad.

Los juicios de *experiencia* ó de *percepción* son todos sintéticos. Los juicios *a priori* son todos analíticos. *A priori* quiere decir establecidos por el espíritu solo, independientemente de la experiencia. Como la Lógica formal no se ocupa más que de las operaciones del pensamiento, independientemente de toda experiencia, ha estudiado, sobre todo, los juicios analíticos. Desde luego, todo juicio puede ser dado como analítico una vez que ha sido establecido por la intuición. El espíritu puede, en efecto, pensarle abstracta é independientemente de toda intuición.

C. *Cualidad y cantidad de las proposiciones.*—La cantidad de una proposición resulta de la extensión del sujeto.

La proposición es *general* ó, mejor, *universal*, cuando el sujeto está tomado en toda su extensión; si no lo está, es *particular*. Cuando la extensión se encuentra restringida á un solo individuo ó á un grupo determinado de individuos, la proposición se llama *singular*:

Sócrates era un sabio. Las proposiciones singulares se cuentan como universales.

La cualidad de una proposición resulta de la afirmación que pone el atributo en la comprensión del sujeto, ó de la negación que pone el atributo fuera de la comprensión del sujeto.

Toda proposición tiene una cantidad y una cualidad. Se tiene, pues, cuatro especies de proposiciones:

Universal afirmativa (todo hombre es mortal);

Universal negativa (ningún hombre es perfecto);

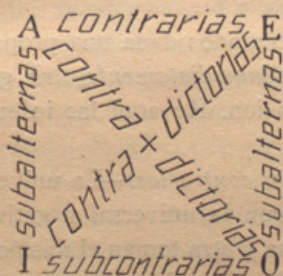
Particular afirmativa (algunos hombres son sabios);

Particular negativa (algunos hombres no son sabios).

Se designan en Lógica, desde la Edad Media, las universales afirmativas por *A*, las universales negativas por *E*, las particulares afirmativas por *I*, las particulares negativas por *O*.

“Estas cuatro especies de proposiciones tienen entre sí ciertas relaciones: la afirmativa y la negativa universales se llaman *contrarias*. Ejemplo: todos los metales son buenos conductores de la electricidad; ningún metal es buen conductor de la electricidad; la afirmativa y la negativa particulares son *subcontrarias*: algunos metales son sólidos; algunos metales no son sólidos; la afirmativa universal y la negativa particular, la negativa universal y la afirmativa particular son *contradictorias*: todos los hombres son bimanos; algún hombre no es bimano; ningún hombre es cuadrúpedo; algún hombre es cuadrúpedo; en fin, la afirmativa universal y la negativa particular son *subalternas*: todos los leones son carnívoros; algunos leones son carnívoros; ningún ave es anfibio; algunas aves no son anfibios.

"Como se ve, las proposiciones contrarias y subcontrarias tienen la misma cantidad, pero difieren en cualidad; las contradictorias no tienen ni la misma cantidad ni la misma cualidad; las subalternas tienen la misma cualidad, pero difieren en cantidad." (Liard, *Logique*, 31).



Tal es el cuadro por el cual se puede resumir la distinción de las diferentes especies de proposiciones y sus relaciones.

IV. LAS INFERENCIAS.—EL RAZONAMIENTO.—LAS INFERENCIAS EN GENERAL.

A. *Inferir es concluir una proposición de otra.*—Concluir una proposición de otra es obtener una proposición de otra proposición, llegar á una proposición partiendo de otra primera y llegar á ella *necesariamente*. La inferencia puede hacerse *directa* é *indirectamente*; en este caso se hace por medio de otra proposición. En el primer caso, la inferencia es *inmediata*; en el segundo, *mediata*.

B. *De las inferencias inmediatas:* a) *Por opo-*

sición.—Un cierto número de inferencias inmediatas resultan de las relaciones que acaban de ser señaladas entre las proposiciones. Se llama á estas relaciones relaciones de *oposición*, y las inferencias que se derivan de ella constituyen los diferentes casos de *oposición de las proposiciones*, ó, también, las *inferencias por oposición*.

Dicho de otro modo: dada una proposición, se puede inferir de ella *inmediatamente otra*, gracias á las relaciones de oposición. He aquí las inferencias posibles inmediatamente:

"*Proposiciones contrarias*.—La universal afirmativa es incompatible con la universal negativa y recíprocamente, porque una y otra toman el mismo sujeto en toda su extensión, y la una afirma, la otra niega la misma cualidad; luego, si la una es verdadera, la otra es falsa.

"*Proposiciones subcontrarias*.—La particular afirmativa y la particular negativa pueden ser verdaderas y falsas igualmente, porque ni la una ni la otra toman el sujeto en toda su extensión, y la parte del sujeto considerada en la una puede no ser la parte del mismo sujeto considerada en la otra: algunos hombres son sinceros; algunos hombres no son sinceros.

"*Proposiciones contradictorias*.—De las dos proposiciones contradictorias, la una es necesariamente verdadera, la otra es falsa; ejemplos: si es verdad que todos los hombres son bimanos, es necesariamente falso que algunos hombres no son bimanos; la universal afirmativa excluye, en efecto, toda negación particular del mismo atributo con respecto al mismo sujeto. Recíprocamente, si es verdad que algunos hombres no son sin-

ceros, es falso que todos los hombres son sinceros, porque la exclusión de un cierto atributo, de una parte de un sujeto dado, excluye necesariamente la inclusión de este mismo atributo en la totalidad del mismo sujeto. Se diría otro tanto de la universal negativa y de la particular afirmativa.

"*Proposiciones subalternas.*—La verdad de la universal entraña la verdad de la particular subordinada; si es verdad que todos los gases son pesados, es verdad también que algún gas no es pesado; si es verdad que ningún gas es sólido, es falso que algún gas es sólido. Pero la verdad ó la falsedad de la particular no entraña la verdad ó la falsedad de la universal coordinada, porque en la particular el predicado es afirmado ó negado de una parte solamente del sujeto, tomado en toda su extensión por la universal; si es verdad que algunos hombres son sinceros, no se sigue que todos los hombres lo sean." (Liard, *Logique*, pág. 32.)

b) *Por conversión.*—"Las inferencias inmediatas que se derivan de la oposición de las proposiciones no son las únicas; hay otras que se obtienen convirtiendo una proposición dada."

En general, *convertir* una proposición es formar una proposición nueva é igualmente verdadera, trasponiendo el sujeto y el predicado de la primera; ejemplo: ningún hombre es cuadrúpedo, ningún cuadrúpedo es hombre. La segunda proposición es, evidentemente, una consecuencia de la primera.

Los lógicos han distinguido muchas especies de conversiones:

"1.ª *Conversión simple.*—Se opera por la traspo-

sición pura y simple del sujeto y del predicado de la proposición que hay que convertir. La universal negativa y la particular afirmativa son las únicas especies de proposiciones que se prestan á ello. Ningún metal es gas y ningún gas es metal, son proposiciones igualmente verdaderas; del mismo modo las proposiciones: algún metal es sólido y algún sólido es metal. No ocurre lo mismo con la universal afirmativa y la particular negativa; si todos los metales son cuerpos simples, no es verdad que todos los cuerpos simples son metales; si algunos metales no son sólidos, no se puede concluir por conversión simple que algunos sólidos no son metales.

"2.ª *Conversión por limitación.*—En la conversión simple, la cantidad del sujeto no cambia; en la conversión por limitación, el predicado de la proposición que se trata de convertir, al ocupar el lugar del sujeto, se hace particular de universal que era. Ejemplo: todos los metales son cuerpos simples; algunos cuerpos simples son metales. Este modo de conversión se aplica únicamente á las proposiciones afirmativas universales.

Las definiciones que se formulan en afirmativas universales constituyen la única excepción de esta regla; se convierten simplemente, porque en ellas el predicado tiene la misma extensión que el sujeto: todos los hombres son animales racionales; todos los animales racionales son hombres.

"3.ª *Conversión por negación.*—Se aplica únicamente á las negativas particulares. Consiste en transformar primero la proposición negativa, convirtiéndola en una afirmativa equivalente, y esto trasportando la

negación de la cópula al predicado y convirtiendo después simplemente la proposición así obtenida:

"Algunos metales no son cuerpos sólidos;

"Algunos metales son cuerpos no sólidos;

"Algunos cuerpos no sólidos son metales.

"*Conversión por contraposición.*—Consiste en añadir una negación al sujeto y al predicado de una proposición afirmativa universal y trasponerlos después:

"Todos los metales son cuerpos simples.

"Todos los no metales son cuerpos no simples.

"Todos los cuerpos no simples son no metales.

"Así, *E I* se convierten simplemente. *A* se convierte por limitación del sujeto; *O* se convierte por negación." (Louis Liard, *Logique*, págs. 34-35.)

C. *Inferencias mediatas ó razonamientos propiamente dichos.*—Aunque se puedan considerar las inferencias inmediatas como razonamientos, puesto que razonar es mostrar que una proposición se deduce *necesariamente* de otra, el procedimiento general del razonamiento, el que nos da derecho á concluir comprendiendo toda la necesidad de la conclusión, consiste en deducir de una proposición otra por medio de una tercera. Ejemplo: Todos los hombres son mortales: Sócrates es hombre, luego es mortal. De un modo más psicológico, se puede decir que el razonamiento consiste en mostrar que un atributo, dado á un sujeto, pertenece *necesariamente* á este sujeto, apoyándose sobre un término tercero, que implica á la vez el uno y el otro.

V. EL SILOGISMO.

A. *Definición y generalidades.*—La *deducción formal* ó *silogismo* es la *forma* ordinaria que, prácticamente, revisten nuestros razonamientos. Si se adoptan las ideas de Cl. Bernard y de un gran número de teorizadores de la inducción, se formula y se articula ésta en el pensamiento como un silogismo cuya conclusión se trata de comprobar por la experiencia; quizá pueda decirse que el silogismo es la forma universal bajo la cual se expone, en nuestro pensamiento y en nuestro lenguaje, todo razonamiento.

En cuanto á la deducción científica, si puede exponerse siempre bajo forma silogística, difiere de la deducción formal en que hace intervenir, según la mayor parte de los lógicos, un elemento intuitivo, tomado, ya á la intuición externa (á la *experiencia*, en el sentido corriente de la palabra), ya á la intuición interna, á los datos del espíritu, como creen algunos pensadores á propósito de la deducción matemática.

Así, la Lógica formal no tiene nada que ver con los razonamientos científicos, si se consideran éstos desde el punto de vista de su contenido. No examina más que la forma general bajo la cual se les puede expresar, á fin de evitar todo error de hecho de esta expresión. Esta forma es el silogismo.

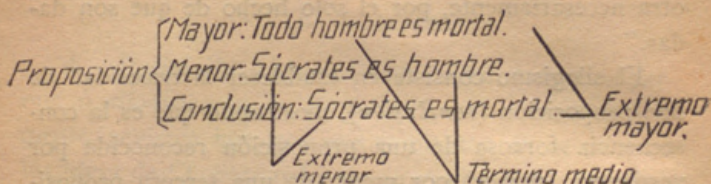
La definición que del silogismo da Aristóteles, el primero que hizo una teoría completa acerca de esta materia, podría, desde luego, caracterizar la expresión general de todo razonamiento: "El silogismo es un discurso en el cual, dadas ciertas cosas, resulta de ellas

otra necesariamente, por el solo hecho de que son dadas."

El silogismo consiste en establecer la necesidad de una proposición (*conclusión*), mostrando que es la consecuencia forzosa de una proposición reconocida por verdadera (*mayor*) por medio de una tercera proposición (*menor*), que establece entre las dos un enlace necesario.

Si, en lugar de considerar las tres proposiciones que constituyen el silogismo, consideramos los tres términos que entran en estas proposiciones, el silogismo consiste en establecer que uno de estos términos (el *mayor*) es el atributo necesario de otro (el *menor*), porque es el atributo necesario de un tercero (el *medio*), que, á su vez, es atributo necesario del *menor*. *Mortal* es el atributo necesario de *Sócrates*, porque es el atributo necesario de *hombre*, que, á su vez, es el atributo necesario de *Sócrates*. *Sócrates* tiene la cualidad de *mortal*, porque tiene la cualidad de *hombre*, y *todo hombre tiene la cualidad de mortal*.—O también, el silogismo consiste en mostrar que un objeto, ó una clase de objetos, forma parte de otra clase de objetos, porque él ó ella pertenecen á una clase que también forma parte de esta otra. *Sócrates* forma parte de la clase de los *mortales*, porque forma parte de la clase de los *hombres* que, á su vez, forma parte de la clase de los *mortales*. *Mortal* implica *hombre*, que implica *Sócrates*.

Todo silogismo tiene, pues, tres proposiciones, tres términos y una forma análoga á la siguiente:



B. *Reglas del silogismo.*—"Son en número de ocho; los escolásticos las habían formulado en versos latinos que no es inútil recordar:

"1.º *Terminus esto triplex, medius, majorque, minorque.* (Los términos del silogismo deben ser tres: medio, mayor y menor.)—No es tanto una regla como el enunciado mismo de los elementos del silogismo. Se encuentran, sin embargo, inferencias mediatas, donde están agrupados más de tres términos:

$10=9+1$, $9+1=6+4$, $6+4=5+5$; luego: $10=5+5$.

"Entonces son reductibles á series de silogismos.

"2.º *Nequaquam medium capiat conclusio fas est.* (La conclusión no contiene jamás el término medio.)—Cuando el pensamiento llega á la conclusión, el papel del término medio está agotado; ha servido para mostrar la conveniencia ó la inconveniencia de los dos términos de la cuestión, únicos que deben reaparecer en la conclusión.

3.º *Aut semel aut iterum medius generaliter esto.* (El término medio debe ser tomado en toda su extensión al menos una vez.)—El silogismo tiene por objeto mostrar que tres términos dados están ó no están comprendidos los unos en los otros. Si en la mayor ó en la menor considero solamente una parte del término medio,

nada me asegura que la parte considerada en la mayor es también la que considero en la menor; en este caso, no estoy autorizado á concluir ni afirmativa ni negativamente: Los normandos son franceses; los gascones son franceses. ¿Qué se sigue de aquí? Nada, seguramente, tocante á las relaciones de los normandos y los gascones.

"4.º *Latius hunc (terminum) quam praemissa conclusio non vult.* (Ningún término debe ser de más extensión en la conclusión que en las premisas.)—De otro modo: el término que apareciese en la conclusión con una extensión mayor que en las premisas no sería el que ha sido comparado con el término medio. y, como esta comparación es la garantía de la conclusión, la conclusión sería ilegítima.

"5.º *Utraque si praemissa neget nil inde sequitur.* (Si las dos premisas son negativas, no se puede concluir nada.)—En efecto: de que dos términos no tienen una relación de conveniencia con un tercero no se puede concluir ni que no convienen entre sí ni que convienen. En este caso no hay, propiamente hablando, término medio.

"Sin embargo, ciertos silogismos, aquellos en que se ponen en presencia nociones de cantidad pertenecientes á una misma serie, escapan á esta regla.

"Las torres de Notre-Dame no son tan altas como las de la Catedral de Strassburg. Las torres de la Catedral de Strassburg no son tal altas como las pirámides de Egipto. Luego las torres de Notre-Dame no son tan altas como las pirámides de Egipto.

"6.º *Ambae affirmantes nequeunt generare negantem.* (Dos premisas afirmativas no pueden producir una conclusión negativa.)—Esto se comprende por sí mismo.

Si el término menor está contenido en el medio, y el medio está, á su vez, contenido en el mayor, ¿cómo concebir que el menor no esté contenido en el mayor?

"7.º *Pejorem sequitur semper conclusio partem.* (La conclusión sigue siempre la parte más débil; por parte más débil entiéndase la premisa particular ó negativa.)—*Primer caso*: Si una de las premisas es negativa, la conclusión será negativa. En efecto: si *A* es *B*, pero *B* no es *C*, no puedo concluir que *A* es *C*.—*Segundo caso*: Si una de las premisas es particular, la conclusión no puede ser general. Si algunos *A* son *B* y todos los *B* son *C*, no puedo concluir que todos los *A* son *C*, porque *B*, el término medio, conviene solamente á una parte de *A*. Si todos los *A* son *B*, y si solamente algunos *B* son *C*, para poder sacar una conclusión de estas premisas, es preciso, en virtud de la regla tercera, que, todos los *A* son *B*, se entienda del modo siguiente: todos los *A*, son todos los *B*; pero, como solamente algunos *B* son *C*, *C* no puede ser afirmado de todos los *A*, sino solamente de algunos.

"8.º *Nil sequitur geminis ex particularibus unquam.* (No se sigue nada de dos premisas particulares.)—Sean primero dos particulares afirmativas:

"Algunos *A* son *B*;

"Algunos *B* son *C*.

"No se puede concluir nada, porque se ignora si los *B* de la segunda premisa son precisamente los *B* de la primera. Sean dos particulares negativas: entonces venimos á parar al caso de la regla quinta. Si una de las premisas es particular negativa y la otra particular afirmativa, no se tiene tampoco conclusión. En efecto: si

algunos *B* son *A*, si algunos *B* no son *C*, se ignora si los *B* de la primera premisa son los *B* de la segunda; desde luego, en este caso particular, el silogismo es imposible en virtud de la regla tercera." (Liard, *Logique*, 40-43.)

C. *Modos y figuras del silogismo.*—a) *Modos.*—Todo silogismo tiene un modo y pertenece á una figura. El modo del silogismo resulta de la cantidad y de la cualidad de las proposiciones que le componen. Estas proposiciones son en número de tres. Como cada una puede ser universal afirmativa, universal negativa, particular afirmativa ó particular negativa, *a*, *e*, *i*, *o*, si se las combina de todas las maneras posibles, se pueden obtener 64 combinaciones. Estas 64 combinaciones no son todas concluyentes, porque hay un gran número de ellas que son excluidas por las reglas precedentes. Si se aplican todas las reglas que han sido precedentemente enumeradas á las 64 combinaciones para no conservar más que las autorizadas por ellas, resultan 10 modos concluyentes.

b) *Figuras.*—Las figuras del silogismo resultan del lugar que ocupa el término medio en las premisas, ya como sujeto, ya como predicado. Son en número de cuatro. En la primera, el término medio es sujeto en la mayor y predicado en la menor.

Todo *hombre* es mortal: Sócrates es *hombre*, luego Sócrates es mortal.

En la segunda figura el término medio es predicado en las dos premisas:

Todas las estrellas son *luminosas por sí mismas*; ningún planeta tiene *luz propia*: luego ningún planeta es estrella.

En la tercera, el término medio es sujeto en las dos premisas:

El *mercurio* es un metal; el *mercurio* no es un cuerpo sólido: luego hay metales que no son cuerpos sólidos.

En la cuarta figura, el término medio es predicado de la mayor y sujeto en la menor:

Todos los males de la vida son *males pasajeros*; los *males pasajeros* no son temibles: luego ninguno de los males temibles son males de la vida.

Si en cada figura todos los modos fuesen concluyentes, deberíamos tener 40 silogismos posibles; pero, si volvemos á las reglas que rigen el silogismo, encontramos de nuevo que, según la figura, ciertos modos son imposibles.

No hay posibles, en la primera figura, más que cuatro modos: 1.º, *a, a, a*; 2.º, *e, a, e*; 3.º, *a, i, i*; 4.º, *e, i, o*.

Segunda figura, cuatro modos concluyentes: 1.º, *e, a, e*; 2.º, *a, e, e*; 3.º, *e, i, o*; 4.º, *a, o, o*.

Tercera figura, seis modos concluyentes: 1.º, *a, a, i*; 2.º, *i, a, i*; 3.º, *a, i, i*; 4.º, *e, a, o*; 5.º, *o, a, o*; 6.º, *e, i, o*.

Cuarta figura, cinco modos concluyentes: 1.º, *a, a, i*; 2.º, *a, e, e*; 3.º, *e, a, i*; 4.º, *c, a, o*; 5.º, *e, i, o*. (Según Liard, *Logique*, 44 y sigs.)

c) *Legitimidad de la distinción de los modos y las figuras del silogismo*.—Los modos del silogismo son legítimos, puesto que nos presentan todas las combinaciones silogísticas concluyentes, dadas las diferentes especies de proposiciones, por las cuales podemos expresar un juicio. Las figuras son mucho más importantes que los modos, porque tienen una significación, un valor real. Cada figura representa un modo particular de ra-

zonar. La primera figura sirve para probar las propiedades de una cosa. La segunda sirve para hacer ver la distinción entre dos cosas diferentes. La tercera sirve para mostrar las excepciones de una regla general. La cuarta figura sirve para descubrir las diferentes especies de un género. Según esto, se ve que es reductible á la primera ó á la segunda, puesto que para distinguir las especies de un género basta mostrar la posesión de una cualidad específica ó la distinción entre muchas.

Lachelier, en una tesis célebre, ha puesto en evidencia la virtud propia de las tres primeras figuras del silogismo, que considera, con Aristóteles, como las únicas legítimas. La primera figura es un razonamiento que concluye de la razón á la consecuencia, la segunda figura se remonta del consiguiente al antecedente, en la tercera figura se razona sobre un caso particular. Si las diferentes figuras del silogismo revelan modos particulares de conducir el pensamiento, sería quizá una exageración creer que cada una de ellas tiene una fuerza probativa especial y que son irreducibles las unas á las otras. Aristóteles había mostrado que todo silogismo podía reducirse, en el fondo, á un silogismo de la primera figura, y parece que lo que constituye la fuerza probativa de todo silogismo es lo que constituye la fuerza probativa del silogismo de la primera figura, es decir, la inclusión de un término en otro más extenso mediante un término de extensión media.

D. *Los principios del silogismo.*—A propósito del razonamiento deductivo en general se ha visto que su principio era el principio de identidad, que, desde luego, es la ley general y única de la Lógica formal. El princi-

pio del silogismo, como de las deducciones mediatas, es, pues, el principio de identidad. Sin embargo, los lógicos, bajo el nombre de *dictum de omni et nullo*, han hecho una aplicación particular del principio de identidad, válida directamente para el silogismo y sólo para él. Esta forma particular dada al principio de identidad puede, pues, ser considerada como el principio propio del silogismo: *lo que puede ser afirmado ó negado de todo un género, puede ser también afirmado ó negado de todos los individuos que componen este género*. El silogismo de la primera figura, el silogismo perfecto de Aristóteles, no es más que la aplicación concreta y particular del principio general y abstracto. Se limita á decir de un individuo lo que se dice del género: "Todos los hombres son mortales: luego un hombre (Sócrates) es mortal." Se sabe que las otras figuras del silogismo (que, por esta razón, calificaba Aristóteles de imperfectas), dado que se pueden reducir á la primera figura, son también, *indirectamente*, la aplicación del principio *dictum de omni et nullo*.

E. *Silogismos incompletos y compuestos*.—En el lenguaje corriente, y aun en demostraciones más precisas, se sobrentiende, cuando es evidente, una de las articulaciones del silogismo. El silogismo toma entonces el nombre de *entimema*. Se dirá, por ejemplo, en el lenguaje usual:

Todo gas es pesado, porque toda materia es pesada.

Los silogismos pueden componerse entre sí y formar *polisilogismos*.

En ciertos casos, la conclusión, en un silogismo, sirve de punto de partida al siguiente. Es lo que se llama

prosilogismo. Ejemplo: Todos los felinos son mamíferos, el gato es un felino, luego el gato es un mamífero; pero un angora es un gato: luego un angora es un mamífero.

El *epiquerema* es el silogismo, en el cual una ó dos premisas son probadas por un prosilogismo incompletamente expresado. El *sorites* es una serie de silogismos encadenados los unos después de los otros.

El *silogismo hipotético* es un silogismo en el cual la mayor es una proposición hipotética.

Los *silogismos disyuntivos* son aquellos en los cuales la mayor tiene dos atributos que se excluyen mutuamente: *A es B ó C*, etc.

El *dilema* entra en esta categoría de argumentos. Es el argumento en el cual, cualquiera que sea la hipótesis admitida, conduce siempre á la misma conclusión.

VI. LA REFORMA DE LA LÓGICA FORMAL. LA LOGÍSTICA.

La Lógica que acaba de ser expuesta es, en gran parte, la Lógica de Aristóteles, ó se deduce de ella directamente. Pero hemos visto que, en la última mitad del siglo XIX, habían reformado los lógicos profundamente la Lógica formal, inspirándose en los métodos y los procedimientos del razonamiento matemático, métodos y procedimientos que el siglo XIX ha analizado y constituido con el mayor rigor. Han intentado establecer una Lógica formal más general y más completa que la Lógica de Aristóteles. Con ayuda de operaciones sim-

ples, regidas por reglas inflexibles, como el cálculo, y susceptibles de ser ejecutadas mecánicamente como él, los lógicos modernos han querido establecer con los términos, signos de las ideas, y con las proposiciones, expresión de los juicios, todas las formas posibles del razonamiento, es decir, todos los encadenamientos posibles de las ideas y del juicio. Aplicando las reglas que nos dan, se está, pues, seguro de construir todos los procesos *concluyentes* de nuestro pensamiento, del mismo modo que, aplicando las reglas de la Aritmética ó el Algebra, se está seguro de obtener los resultados numéricos exigidos por las premisas del problema. Razonar equivale, pues, á calcular, conforme á ciertas reglas, combinaciones de signos. Si se sigue todas las reglas, la conclusión á la cual se llega es la conclusión adquirida por el pensamiento. Esta Algebra de la Lógica, que es preciso guardarse de confundir con la Lógica del Algebra, puesto que es toda la Lógica formal, y á la cual se ha dado el nombre de Logística, tiene la ventaja de que, los signos sobre los cuales opera, pueden representar indiferentemente términos, es decir, conceptos, ó proposiciones, es decir, juicios, lo que hace que las mismas operaciones nos den la Lógica del juicio ó la Lógica del razonamiento.

La Logística tiene por punto de partida la teoría de la *cuantificación del predicado* inventada por Bentham y desarrollada por Hamilton. "Según la antigua Lógica, el sujeto de toda proposición tiene una cantidad, es universal ó particular, está *cuantificado*; el predicado no lo está. Digo, por ejemplo: Todos los hombres son mortales, los triángulos son figuras de tres lados. sin atribuir

una cantidad determinada á los predicados "mortales" y "figuras de tres lados". Según Hamilton, esto sería un defecto del lenguaje. De hecho, en el pensamiento se atribuiría una cantidad al predicado; decir: todos los hombres son mortales es pensar "todos los hombres son algunos mortales", puesto que hay otros mortales que los hombres. Decir: los triángulos son figuras de tres lados es decir: todos los triángulos son todas las figuras de tres lados, puesto que no hay otras figuras de tres lados que los triángulos. Pero la Lógica debe expresar explícitamente lo que está implícitamente contenido en el pensamiento. Veamos, pues, lo que es en el fondo el acto por el cual unimos un predicado á un sujeto. Una noción es la idea del atributo común ó del conjunto de atributos comunes por los cuales se asemejan individuos diferentes. Implica, por consiguiente, la percepción y la comparación de una pluralidad de objetos y el reconocimiento en ellos de elementos semejantes. Es, pues, un todo ideal que el espíritu forma para clasificar los objetos que percibe. ¿Qué es, ahora, atribuir un predicado á un sujeto? Es pensar este sujeto, objeto individual ó noción, bajo ó en una noción dada. Decir, por ejemplo: el hombre es animal, es colocar la noción hombre bajo ó en la noción animal. Pero, para colocar así una noción en otra noción, es decir, para afirmar que pertenece á tal ó cual clase, es preciso saber que ocupa en ella un cierto lugar. Sin esto, ¿cómo hacerla entrar en ella? Si, por ejemplo, ignoramos que el concepto *hombre* ocupa un cierto lugar en el concepto animal, no estamos obligados á decir que hombre forma parte de la clase animal. Hay más. Para pensar un concepto bajo otro, no

solamente es preciso saber que el uno es parte del otro, sino que es preciso saber también qué porción ocupa en él. Una noción es, en efecto, una unidad facticia del pensamiento. La extensión es igual al número de objetos cuyos elementos comunes expresa; por otra parte, pensar un objeto es hacerle entrar en una noción; de aquí resulta que, pensándole, delimitamos exactamente la parte que ocupa en la clase á la cual se refiere. El predicado es, pues, siempre, pensando necesariamente con una cantidad dada, igual á la cantidad del sujeto. Habrá, por consiguiente, no solamente cuatro, sino ocho especies de proposiciones:

1.^a Afirmaciones toto-totales, en las cuales sujeto y predicado son tomados en toda su extensión: todo triángulo es trilátero.

2.^a Afirmaciones toto-parciales, en las cuales el sujeto es tomado universal y el predicado particularmente; ejemplo: todo triángulo es alguna figura.

3.^a Afirmaciones parti-totales, en las cuales el sujeto es particular y el predicado universal; ejemplo: alguna figura es todo triángulo.

4.^a Afirmaciones parti-parciales, en las cuales sujeto y predicado son ambos particulares; ejemplo: algunas figuras equilaterales son algunos triángulos.

5.^a Negativas toto-totales, en las cuales el sujeto es excluido, en toda su extensión, del predicado; ejemplo: ningún triángulo es ningún cuadrado.

6.^a Negaciones toto-parciales, donde el sujeto todo es simplemente excluido de la extensión del predicado; ejemplo: ningún triángulo es alguna figura equilateral.

7.^a Negativas parti-totales, donde solamente una parte del sujeto es excluida de la extensión del atributo; ejemplo: alguna figura equilateral no es ningún triángulo.

8.^a Negativas parti-parciales, en que una parte de la extensión del sujeto es excluida de una parte solamente de la extensión del predicado; ejemplo: algún triángulo no es alguna figura equilateral.

Por consiguiente, todas las proposiciones podrían convertirse simplemente, puesto que en las teorías de la antigua Lógica el obstáculo para la conversión simple era, en los casos en que no era posible, la extensión desigual del sujeto y del predicado. En fin: todas las proposiciones se reducirían, en el fondo, á ecuaciones entre el sujeto y el predicado, puesto que el uno y el otro son iguales en extensión. El tipo del silogismo sería entonces el siguiente: $A = B$, $B = C$, luego $A = C$. Razonar no sería, pues, hacer entrar una noción en otra, sino sustituir, en proposiciones dadas, nociones equivalentes. Todos los silogismos descansarían sobre el principio de la sustitución de los semejantes (Stanley Jevons), en virtud del cual, en toda proposición, una noción equivalente puede ser sustituida á una noción equivalente. Así se borraría toda diferencia fundamental entre los silogismos matemáticos que reúnen nociones iguales ó equivalentes y los silogismos propiamente dichos que reúnen nociones cualificativas: hombres, etc.

Se ve que, en conjunto, la teoría de Hamilton considera los conceptos únicamente desde el punto de vista de la *extensión* (como lo hemos hecho nosotros anteriormente, según Liard, en su teoría del silogismo).

Este punto de vista es el que mantienen exclusivamente los reformadores de la Lógica formal contra el punto de vista de la comprensión y de la cualidad pura, que fué el de Aristóteles, el de la teoría clásica, parcialmente el de Leibniz y que ha vuelto á adoptar en nuestros días Lachelier.

Pero, por grandes que sean sus ventajas, la cuantificación del predicado no nos da aún más que una notación simbólica y más precisa de la Lógica tradicional. Se trata de ir más lejos aún en este camino y de hacer la Lógica deductiva el instrumento universal del pensamiento razonador.

Se aspira á la creación de una Lógica en la cual se borre la diferencia esencial del punto de vista de la cualidad y la cantidad, para dar lugar á un punto de vista absolutamente general que repose sobre el principio de la sustitución de los semejantes y que permita tratar, igualmente y al mismo tiempo, razonamientos matemáticos que razonamientos conceptivos ordinarios ó cualitativos.

Esto es lo que se han esforzado por conseguir Boole, Schröder, Mac Cullogh, Peano, Russel, Vailati, Whitehead, Couturat, etc. Aunque estos sistemas sean de un manejo difícil y excedan los límites de una exposición elemental, conviene dar una idea general y sumaria de ellos, insistiendo sobre sus fundamentos comunes.

Para comprenderlos bien es preciso, primeramente, apreciar en qué ha parecido demasiado estrecha á los innovadores la Lógica formal tradicional, y después, cómo la transforman, para hacer de ella el instrumento

verdaderamente universal del encadenamiento de la expresión en nuestros pensamientos.

a) *La Lógica de Aristóteles es demasiado estrecha:*

1.º Porque no es más que una *Lógica de las clases*. Sus tres principios: identidad, contradicción, exclusión del término tercero, no pueden servir más que para clasificar los términos tomados cada uno en sí mismo, es decir, los conceptos aislados, según el orden en el cual pueden subordinarse, implicarse, es decir, servirse recíprocamente de sujeto y de atributo, y desde el punto de vista de la comprensión sobre todo, puesto que se olvidaba aún la cuantificación del predicado, es decir, su extensión real. Pero esta clasificación de los conceptos en el orden de la comprensión no hace, en suma, más que establecer las condiciones de lo *conceivable* en el sentido más amplio, que es también el más vago.

Evidentemente, para pensar es preciso respetar estas condiciones y este orden de clasificación. Negarlo sería negar el pensamiento, y, en este sentido, es preciso respetar las reglas de la Lógica de Aristóteles. Pero es preciso, además, respetar otras condiciones y otras reglas. La Lógica de Aristóteles no hace más que establecer las condiciones previas, de las cuales no se puede sacar nada real, desde el punto de vista del pensamiento, si no se va más lejos. No se piensa, en efecto, con términos aislados, sino con proposiciones. Todo pensamiento es una proposición, es decir, un conjunto de términos enlazados, es un término compuesto. Y la Lógica formal debe completar la Lógica tradicional de las clases por una Lógica de las proposiciones, haciendo sufrir á éstas, es decir, á los términos compuestos, las mismas operaciones

ú operaciones análogas. Se trata de ver cómo las proposiciones se subdividen y se implican, se clasifican, para hacer posible la deducción, es decir, el razonamiento concluyente.

2.º Por otra parte, la Lógica tradicional, al tratar de las proposiciones, no se ocupa más que de las relaciones de *inclusión*, es decir, de aquellas relaciones entre los conceptos que son señaladas por medio del verbo *ser*, y solamente de ellas; en una palabra: solamente de las relaciones de atributo á sujeto, de cualificativo á cualificado. Pero, al lado de estas relaciones, ¿no hay muchas otras que son indicadas en el lenguaje por los *relativos*, las *preposiciones*, las *conjunciones* y por los *casos* en las lenguas que conservan las desinencias? Si se quiere hacer de la Lógica el instrumento universal de la expresión de todos nuestros pensamientos válidos es preciso considerar todas estas relaciones. El análisis del pensamiento y del lenguaje en Aristóteles es completamente insuficiente. Es preciso proseguirle más á fondo.

La Lógica tradicional trataba de eludir esta insuficiencia por medio de un artificio pueril. Descomponía las proposiciones distintas de las de cualificación del tipo "Dios es bueno", del modo siguiente: "Vengo de París", se convierte en "soy viniente de París". Pero inmediatamente se ve que olvidaba una relación real del pensamiento—la más importante, en alto grado, en el ejemplo citado—: la relación del alejamiento de un lugar dado. Además, aun allí donde el verbo es en apariencia el verbo *ser*, como en *A es semejante á B*, *A es mayor*, más pequeño que *B*, *A es el padre de B* ó *es el lugar de B*, etc., la cópula real no es la relación ex-

presada sencillamente por ser, sino la relación expresada por el conjunto de la expresión. La prueba de ello es que, si se convierte la proposición, no se tomará por sujeto *semejante á B*, sino solamente B, y se dirá *B es semejante á A*.

b) *Cómo evitar estas grandes lagunas:*

1.º Sustituyendo la consideración de los conceptos por la de las proposiciones y haciendo una Lógica que valga tanto para reunir las proposiciones como los términos aislados. Boole ha notado que la operación deductiva en la cual consiste el silogismo equivale á *eliminar* el término medio, en un sistema de tres términos, como se elimina una incógnita en un sistema de ecuación de dos incógnitas. Generalizando esta nota, se puede decir que, toda operación deductiva, todo razonamiento concluyente, se reduce á esto: "Dado un sistema de un número cualquiera de términos, eliminar tantos términos medios como se quiera y determinar todas las relaciones implícitas en las premisas entre los elementos que se desea conservar".

La Lógica formal debe convertirse en la teoría general de la *eliminación*. El Algebra, en la teoría de las ecuaciones, nos ha dado ya una teoría de la eliminación; pero la eliminación no se aplica nunca en ella más que á las cantidades. ¿Es posible ampliar este procedimiento de cálculo hasta hacer que se aplique, tanto á las cualidades como á las cantidades, á los conceptos y á las proposiciones, así como á los números y las relaciones numéricas? Sin duda alguna, puesto que el matemático, cuando razona, no tiene en cuenta más que operaciones que hay que efectuar sobre símbolos, abstracción hecha

de toda interpretación de estos símbolos, de toda consideración de las cosas concretas que representan.

¿Cuáles serán, entonces, las reglas que hay que observar en este cálculo nuevo? No sabemos *a priori* si serán las mismas que en el cálculo algebraico.

Pero, para formularlas, es preciso, y suficiente, analizar todas las operaciones del espíritu implícitas en la deducción, representarlas por símbolos y establecer las relaciones que puedan establecerse entre estos símbolos, es decir, definir las operaciones de las cuales son susceptibles para corresponder á las operaciones reales del pensamiento. Este es el trabajo que han realizado Peano, Russel y Couturat.

Han comenzado (y esto es absolutamente conforme al proceso real del pensamiento desfigurado en el silogismo *categorico*, en el silogismo tipo de Aristóteles) por establecer todo silogismo bajo forma *hipotética*, que es la forma verdadera y viva del proceso deductivo. Si A es verdadero, B es verdadero; si B es verdadero, C es verdadero, etc. La teoría del silogismo hipotético no es entonces más que el conjunto de leyes según las cuales se combinan en las articulaciones de nuestro pensamiento la conjunción *sí* y la negación *no*. Es, esencialmente, su *sintaxis*. Las conjunciones *y* *ó*, que intervienen igualmente en el silogismo hipotético, resulta que representan en él el mismo papel y se tratan, por consiguiente, del mismo modo que los signos algebraicos $\times$ y $+$.

La una definirá la multiplicación lógica con las mismas propiedades que la multiplicación algebraica: *distributiva* y *conmutativa*; la otra definirá la adición ló-

gica con las mismas propiedades que la adición algebraica: *asociativa y conmutativa*. Se definirá en seguida dos símbolos, dos clases: 0 y 1, de los cuales el primero representará todas las proposiciones imposibles ó falsas; el segundo, las proposiciones verdaderas.

Para manejar esta simbólica, los renovadores de la Lógica formal han podido elaborar un procedimiento regular de desenvolvimiento que permite llegar, partiendo de premisas dadas, á todas y sólo á aquellas conclusiones que se siguen de ellas válidamente. Este procedimiento es el conjunto de medios automáticos que permiten eliminar los *medios*.

Resulta que, todas estas reglas, concuerdan pura y simplemente con las que presiden, en Algebra, la resolución de las ecuaciones, en relación á las incógnitas y á la eliminación de las incógnitas. El método del cálculo lógico no es otro, ya se sabe, que el método del cálculo matemático.

Se llega así á enunciar explícitamente en el lenguaje todo lo que está contenido en el pensamiento. *En resumen, dados ciertos términos, ó ciertas proposiciones, se puede deducir de ellos todas las relaciones de que son susceptibles, ya sean estas relaciones previamente conocidas ó, por el contrario, desconocidas ó no conocidas explícitamente*, mientras que la Lógica de Aristóteles no permitía deducir más que relaciones ya conocidas.

La nueva Lógica formal sería, pues, también, un verdadero método inventivo, es decir, propia para la sugestión de pensamientos absolutamente nuevos.

2.º Pero hasta aquí no hemos hecho más que extender la Lógica de la inclusión. Se trata ahora de com-

pletar ésta, que no es más que el prefacio necesario, pero solamente el prefacio de la Lógica, cegando la segunda laguna señalada antes en la crítica de la Lógica tradicional. Es preciso extender nuestras operaciones lógicas á los casos—desde luego los más numerosos—en que la cópula no es el verbo ser ó sólo el verbo ser. En este caso las cosas se complican y dificultan.

El método seguido por los lógicos puede ser, aproximadamente, bosquejado del modo siguiente: se dirigirá á las diferentes ciencias en que reina ya el método de exposición y de desenvolvimiento deductivos y se ampliará y completará las relaciones ya estudiadas por el análisis y el estudio de relaciones nuevas que ellas no ofrecen.

Se ensayará después ligar deductivamente estas relaciones nuevas á las relaciones consideradas en la Lógica de la inclusión.

En efecto: se puede notar que la Lógica de la inclusión no corresponde apenas—desde el punto de vista de los elementos puestos en acción—más que á la teoría de los conjuntos de puntos en sus relaciones de identidad y de inclusión, teoría que encontramos en el análisis, en el cual la teoría de los conjuntos tiende, cada vez más, á hacerse fundamental.

Por otra parte, en la teoría de las funciones lógicas en el estado de la Lógica de la inclusión, las variables no pueden nunca tomar más que dos valores: 0 y 1.

Se restringe, pues, á la forma $x^2 = x$, que no es evidentemente satisfecha más que por los valores x : 0 y 1.

Es preciso pasar de estas relaciones extremadamente limitadas á todas aquellas que considera el análisis, des-

pués la Geometría, después la Mecánica, después la Física Matemática, etc. Dicho de otro modo, es preciso que los axiomas, los postulados, los principios que diferencian estos distintos desenvolvimientos científicos, se desvanezcan en tanto que existencia real y no sean más que definiciones disfrazadas ó teoremas que permiten el desenvolvimiento completo de la ciencia con ayuda de los axiomas únicos de la Lógica formal.

Entonces, todas las nociones consideradas en estos campos de la investigación racional no serán más que las piezas de un formalismo universal. La simple deducción lógica permitirá pasar de una á otra sin recurrir á la intuición.

Toda la ciencia será una promoción de la Lógica. Así se realizaría la ambición de Descartes y de Leibniz, fundada sobre la filosofía ó la ciencia (términos equivalentes, en este caso) universal y eterna.

Parece difícil admitir que este juego gigantesco se vea realizado por este camino, que no es otra cosa que un rejuvenecimiento de la Escolástica. Las tentativas efectuadas hasta aquí, concernientes á la Geometría y aun al análisis, no parecen haber escapado á la crítica, sobre todo en Geometría métrica. La indicación y la realización de desenvolvimientos nuevos, en cada una de las ramas del conocimiento, ¿no serán siempre, en efecto, aportadas por una intuición exterior al formalismo lógico, por una experiencia cualquiera? Y este formalismo, ¿será alguna vez otra cosa que una exposición y una información de los resultados adquiridos de otro modo? Sea de esto lo que quiera, parece, sin embargo, cierto que, como Lógica de la exposición y como

análisis del instrumento de expresión de nuestro pensamiento, como técnica de la validez de este pensamiento también, la Logística marca un progreso considerable sobre la Lógica tradicional.

VII. UTILIDAD DE LA LÓGICA FORMAL.

A. *Utilidad de la Lógica formal en general.*—Cabe preguntarse: a), si el objeto que se propone la Lógica formal tiene un interés; b), si las reglas que determina son útiles.

a) *El objeto que se propone la Lógica formal ¿tiene una utilidad?*—A primera vista no lo parece. La Lógica formal ha sido considerada con frecuencia como referida únicamente al pensamiento vacío de todo contenido. Pero nuestro pensamiento conserva siempre algo de concreto, algún objeto. No podemos pensar en vacío. ¿Qué interés se puede, pues, tener en considerar el pensamiento vacío, es decir, un pensamiento que no existe, que no puede existir? La Lógica formal es un juego de abstracciones inútiles.

Es fácil responder que la Lógica no considera, propiamente hablando, nuestro pensamiento en vacío. Considera nuestro pensamiento trabajando sobre objetos concretos, pero hace abstracción de estos objetos. Considera el trabajo de nuestro pensamiento independientemente de aquello sobre lo cual recae.

Si la Lógica, como algunos metafísicos la han definido, quisiese verdaderamente demostrar las leyes generales y *a priori* de un pensamiento que se basta á sí mismo, sin recurrir para nada á una intuición concreta,

podría quizás merecer el reproche de ser un juego dialéctico vano y estéril. Pero la Lógica formal tiende constantemente, en nuestros días, á acercarse más á la realidad. Continúa, sin duda, considerando los procesos del pensamiento en toda su generalidad, *cualquiera que sea su objeto*, pero no *sin objeto*; y (sobre todo con la escuela americana y la escuela sociológica) son los procesos reales y concretos del pensamiento lo que considera. La Lógica no ha cesado de evolucionar haciéndose más realista. Ha sido sobre todo Stuart Mill el que ha dado el paso más decisivo en este camino. Su idea fundamental ha sido reducir "la Lógica á los hechos y á la experiencia que la antigua Lógica había desdeñado demasiado... A despecho de las apariencias no pierde nunca de vista lo real, de lo real parte y en lo real termina". (Brochard, *Revue philosophique*, t. XII.)

Algunos lógicos modernos han llegado más lejos aún. Se ha podido definir la Lógica formal como la ciencia de las relaciones más generales que existen entre las cosas cualesquiera que sean, la ciencia de las relaciones cualitativas de implicación, después de la cual la Matemática, ciencia de las relaciones cuantitativas, aparecería ya como menos general y más especializada.

Es verdad que la tentativa de Stuart Mill y estas tentativas más recientes no son, quizás, completamente felices, porque se llega, por una preocupación exagerada de realismo, á hacer desaparecer los elementos esenciales de la Lógica formal: las ideas y los medios de combinar las ideas. Se reemplazan las ideas por los hechos. Se reemplazan las combinaciones de ideas por los enlaces de las cosas ó, al menos, por las asociacio-



nes de imágenes que nos representan las cosas. Pero parece que la Lógica formal no tiene nada que ver con los hechos y sus relaciones reales. No se ocupa de ordinario más que de ideas y de las combinaciones que hacemos con ellas en el espíritu. Pero no es menos verdad que las ideas son los sustitutos de las cosas y las combinaciones que hacemos con las ideas los cuadros más generales en los cuales pueden entrar las cosas. La Lógica formal tiene, pues, un objeto interesante: mostrar cómo podemos y debemos manejar los sustitutos (ideas, términos) por los cuales nuestro espíritu piensa las cosas y habla de ellas. Es el conjunto de reglas á las cuales deben someterse la expresión, la exposición, si no quieren traicionarnos. Descartes, cuando criticaba la Lógica, vió bien los servicios que puede prestar por este lado. Aunque la acusase de esterilidad, reconocía que era la única directriz posible cuando queremos *exponer* los resultados de nuestro pensamiento.

La Lógica formal es, pues, el arte de expresar su pensamiento de un modo preciso y científico. Es la *lógica del discurso* científico.

b) *Por consiguiente, se ve, entonces, que las reglas que determina tienen una utilidad innegable.*—Sirven para exponer lo que, por otros métodos, por otros procesos del pensamiento, hemos podido descubrir. Observando estas reglas, estamos seguros de no introducir errores por la expresión misma que damos á nuestro pensamiento. Y esto es de importancia, porque, frecuentemente, la expresión nos traiciona; frecuentemente, la forma en la cual exponemos nuestro pensamiento no es rigurosa.

Las reglas de la *Lógica* formal constituyen, pues, límites muy amplios en el interior de los cuales se puede mover todo pensamiento que quiere ser verídico. En cuanto se los traspasa se sabe que hay posibilidad de error. Mientras se los observa se sabe que es posible que alcancemos la verdad—posible solamente, porque, respecto de las reglas de la *Lógica* formal, no nos garantiza más que una cosa: *si lo que pensamos es verdadero*, la manera como lo exponemos no altera esta verdad—. Pero es posible que, respetando las reglas de la *Lógica*, expongamos una tesis errónea si nuestro punto de partida es falso.

Por esto se ha dicho alguna vez que la *Lógica* formal tenía por dominio lo posible y no lo real. Toda conclusión á la cual se llega obedeciéndola es posible. A otras reglas distintas de las de la *Lógica* formal corresponde, además, probar que esta conclusión es real, verídica. Pero como toda realidad es evidentemente *posible*, puesto que *es*, la *Lógica* formal nos da las *condiciones primeras, necesarias, pero no suficientes*, á las cuales debe satisfacer una proposición para tener probabilidades de ser *verdadera*, de ser conforme á la realidad.

Se dice también que la *Lógica* formal establece las *reglas del acuerdo del pensamiento consigo mismo*, porque considera el pensamiento *cualquiera que sea* el objeto al cual se aplique. Por esto no concierne al acuerdo del pensamiento con las cosas, puesto que no tiene en cuenta las cosas, sino solamente el acuerdo del pensamiento consigo mismo, la *coherencia de nuestras ideas entre sí*. Para llegar á una conclusión verdadera es pre-

ciso evidentemente y ante todo que no contradigamos las premisas de las cuales partimos, que nos sepamos de acuerdo con nosotros mismos en toda la serie de nuestras operaciones mentales; todos los errores serían posibles y todos los medios de comprobación quedarían suprimidos si nos permitiésemos la incoherencia y la contradicción; esto es evidente.

B. *La crítica del silogismo.*—La utilidad de la Lógica formal es, pues, innegable. Ha sido siempre reconocida, á pesar de lo que han dicho algunas veces los más inclinados á mostrar su esterilidad cuando se sale de su dominio, como han hecho Descartes y Stuart Mill, por ejemplo.

Descartes sostiene que la forma silogística es la forma de exposición que debemos adoptar. Así es como en sus *Principia Philosophiæ* presenta toda su doctrina bajo forma silogística. ¿Por qué debe ser adoptada esta forma silogística? *Porque nos permite evitar todo error en la exposición de nuestras ideas.* La utilidad del silogismo, como de la Lógica formal, es, pues, según Descartes, *negativa*, pero no por eso deja de existir.

Stuart Mill ha insistido muchas veces sobre este valor negativo del silogismo. La forma deductiva y silogística es útil porque, sacando la afirmación particular de una afirmación general, que comprende un conjunto de afirmaciones comprobadas, de la cual aquella afirmación particular no es más que una parte, permite ver que se tiene el derecho de concluir esta afirmación particular. Por este medio se evita toda probabilidad de error en el razonamiento y por esto también tenemos, en cierto modo, un medio de *probar* nuestra conclusión. Stuart

Mill, pues, no solamente reconoce, con Descartes, que el silogismo es útil en tanto que permite evitar los errores que proceden de la expresión, sino que le atribuye también una utilidad nueva; es un medio de prueba; el silogismo da una fuerza probativa á las conclusiones que han adoptado su forma.

¿En qué se fundan, pues, las críticas dedicadas al silogismo por Descartes y Stuart Mill?

a) *Descartes*.—Es sabido que, antes del Renacimiento, de cuyos sabios es Descartes el heredero directo, la Edad Media no conocía otro método que la dialéctica silogística. El silogismo no era considerado solamente como un medio de expresión, sino como un medio, el único medio ortodoxo, de *descubrimiento*. Bastaba que una proposición fuese concluída por silogismo para que se la creyese verdadera. Pero se sabe hoy que el razonamiento no inventa; ordena y saca consecuencias, nada más. Es una de las reglas del método científico moderno mejor establecidas que una verdad no puede ser descubierta por razonamiento. Sólo la intuición—matemática ó experimental—puede darnos á conocer una *realidad*. En su crítica del silogismo, Descartes no ha querido sino afirmar esta actitud de la ciencia moderna. El silogismo es el modo de exposición de las verdades, *una vez que son descubiertas*. Pero estas verdades se las descubre por *intuición* y no por razonamiento. Dicho de otro modo: si partimos de un error, de algo irreal, no podemos, con el silogismo más perfecto, más que concluir un error. Y, por silogismos, no sabremos jamás si hemos partido de un error. Pero si hemos establecido por otros métodos la verdad de nuestras premi-

sas, entonces, razonando por silogismo *estamos seguros* de que nuestra conclusión será también verdadera. El silogismo puede, pues, establecer esto: es *posible* que la conclusión sea verdadera. Será *realmente* verdadera si las premisas *lo son*. Así, en la crítica de Descartes, encontramos todo lo que se ha dicho hasta aquí de la Lógica formal. No se refiere más que á la *exposición* de la verdad. Su dominio es el de la *posibilidad*, no el de lo *real*. No nos garantiza más que *del acuerdo del pensamiento consigo mismo* y no del acuerdo del pensamiento con las cosas—lo cual es objeto de los diferentes métodos de las ciencias positivas—. *Partiendo de lo verdadero* permaneceremos en lo verdadero, porque nuestro pensamiento quedará coherente consigo mismo; *pero es preciso partir de lo verdadero*.

b) *La crítica de Stuart Mill* es semejante á la de Descartes. Para Mill el silogismo no es, realmente, más que una forma de exposición en la cual el pensamiento gira sobre sí mismo sin hacer *progreso alguno*. “Para saber—dice—que *todos los hombres son mortales* era evidentemente necesario saber que *Sócrates era mortal*; pero esto es precisamente lo que tratamos de demostrar. Nuestro método es, pues, ilógico si queremos que tenga una forma concluyente, puesto que necesitamos saber lo que queremos descubrir. El silogismo es un *círculo vicioso* ó una *petición de principio*. O, por lo menos, no puede enseñarnos más que lo que ya sabemos: es una tautología.”

Pero este razonamiento tautológico no deja por esto de servir para poner en evidencia la prueba de lo que anticipamos, precisamente porque es tautológico. Ve-

mos, por este medio, que la conclusión es requerida por las premisas, puesto que constituye con ellas una misma cosa, que le es, en el fondo, idéntica. Si partimos de lo verdadero, no podemos, pues, menos de permanecer en lo verdadero, razonando por silogismo; es una garantía que tiene, ciertamente, su valor.

CAPITULO III

Nociones sumarias sobre el desenvolvimiento del espíritu científico.

- I. *Los orígenes*: período religioso y técnico (método de autoridad).—II. *La ciencia comienza á hacerse racional*: período metafísico (método de razonamiento y de libre examen, pero casi excluído de la experiencia). III. *La ciencia positiva* (método de libre examen y de razonamiento, subordinado estrechamente á la experiencia).

I. LOS ORÍGENES: PERÍODO RELIGIOSO Y TÉCNICO.

Se puede designar provisionalmente bajo el nombre de ciencia todo conjunto de conocimientos que se presentan como una tentativa de explicación racional.

a) *La ciencia y la religión*.—En el origen, la ciencia propiamente dicha no existe. Los conocimientos que poseen los hombres consisten en un cierto número de costumbres que la tradición trasmite sin justificarlas en modo alguno. El único título que invocan es la autoridad. Así se confunden absolutamente con las creencias religiosas, y los sacerdotes son los depositarios.

b) *La ciencia y la magia*.—Una primera emancipación de la ciencia con respecto á la autoridad religiosa, está, quizá, representada por la magia. Salvo en Caldea y en Babilonia, la magia se presenta, en efecto,

casi en todas partes, como en oposición con las religiones tradicionales. Sus prácticas son siempre secretas y consideradas como sacrílegas. Y, por otra parte, parece que, si algunos espíritus oponen á la religión los ritos mágicos, es porque encuentran que la primera da de las cosas una explicación insuficiente. En todo caso, se ha podido notar, en el espíritu general de la magia, algunas tendencias que, después de haber evolucionado, se vuelven á encontrar más tarde en el espíritu científico: la idea de que las cosas están ligadas entre sí y obran las unas sobre las otras (primera intuición de la idea de causa) y la idea de que al hombre le es posible modificar el orden de las cosas obrando según los enlaces que tienen entre sí (primera intuición de la experimentación y del poder que la ciencia puede dar al hombre sobre la naturaleza). Pero la magia se aproxima á las tradiciones religiosas mucho más aún que al puro espíritu científico; no tiende, en modo alguno, á justificar por la razón las reglas que da. Por el contrario, tiende á permanecer misteriosa.

Así, las "afinidades", las "simpatías" que la magia atribuye á las cosas son extrañas; es difícil ver en su afirmación el eco de una observación ó de una experiencia metódicas. La magia, permaneciendo misteriosa en su esencia, no puede aún apoyarse más que sobre el principio de autoridad y sobre la tradición, igualmente que las creencias religiosas. A este período primitivo en el cual el conocimiento humano parece estrechamente ligado á la tradición religiosa, le ha denominado Augusto Comte, con bastante acierto, *estado teológico del conocimiento*.

c) *La ciencia y las primeras artes.*—Con las primeras artes encontramos hechos que se acercan mucho más á aquellos con respecto á los cuales será posible afirmar relaciones estrechas con el espíritu científico. Los trabajos de la edad de piedra, de la edad del bronce, de la edad del hierro, necesitan una observación y una experiencia que, por ser, la mayoría de las veces, inconscientes y haberse elaborado con una lentitud que nos cuesta mucho trabajo representarnos, no dejan de tener ya un carácter científico. Es cierto que las ciencias han nacido de las artes correspondientes por el desenvolvimiento de este espíritu de observación y de experiencia.

La investigación de las reglas que permitían llegar á una mayor maestría en estas diferentes técnicas ha conducido progresivamente á la investigación de las causas y de las leyes científicas. Para medir el tiempo y para orientarse ha hecho el hombre las primeras apreciaciones astronómicas; para cambiar y medir los objetos se ha visto conducido á las operaciones elementales de la Aritmética y de la Agrimensura (Geometría); para tratar los metales y perfeccionar las máquinas simples que el azar le ha permitido construir ha llegado á las primeras observaciones, de donde salieron, más tarde, la Mecánica, la Física y la Química. Solamente que, el carácter primitivo de estas técnicas, es aún completamente empírico y rutinario. Los artesanos se transmitían recetas que, al lado de elementos necesarios y justificados, encerraban toda suerte de prácticas extrañas.

Estas recetas son seguidas del modo más escrupu-

leso. El principio de autoridad reina en su transmisión absolutamente, creando un obstáculo á las iniciativas, al progreso, á las investigaciones nuevas. Sin embargo, la idea de que es *el hombre* el que crea por *medios humanos* los productos de su arte, habitúa poco á poco á considerar que es posible conocer los secretos de la naturaleza y utilizarlos para hacerse dueño de esta naturaleza. El espíritu humano pierde así el hábito de aceptar, sobre todas las cosas, creencias que reposan sobre el misterio. El espíritu científico será el término de esta nueva tendencia. El mito de Prometeo, que roba el fuego á Júpiter y da á los hombres el medio de producirle *por sí mismos*, mientras antes se limitaban á conservarle cuando le habían encontrado fortuitamente, es la expresión del primer movimiento de audacia y de emancipación de donde saldrá la ciencia.

II. LA CIENCIA COMIENZA Á HACERSE RACIONAL : PERÍODO METAFÍSICO.

En la civilización griega es donde este movimiento parece, si no haber nacido, haberse acentuado vigorosamente al menos, haciéndose plenamente consciente de sí mismo. Renan ha pretendido que, la historia de la civilización griega, constituía un verdadero milagro. Por razones muy complejas y aún mal conocidas, es cierto que fué primeramente en Jonia y después en Atenas donde apareció por primera vez el espíritu de libre examen y de investigación. Pero el espíritu científico consiste en buscar la explicación de las cosas únicamente sobre la fe de la experiencia y de la razón, de-

jando completamente á un lado la autoridad y la tradición que no tienen su lugar adecuado más que en el dominio de la creencia; al lado de este dominio creó un dominio completamente nuevo: el de la explicación *racional y humana*.

Este espíritu, con todas sus consecuencias, se desarrolla de un modo metódico en la Geometría griega; analizar brevemente los caracteres de esta Geometría es comenzar á determinar los caracteres necesarios del conocimiento científico. Hasta entonces, para medir la extensión, se seguía ciertas reglas empíricas impuestas por la tradición y, frecuentemente, por la tradición religiosa. Los griegos, con Tales y Pitágoras, se niegan á contentarse con las fórmulas tradicionales; quieren saber por qué se aplica estas fórmulas y no otras. La tradición, la autoridad no son títulos suficientes; el espíritu científico se presenta, pues, inmediatamente, como un esfuerzo para satisfacer la curiosidad tan completamente como sea posible, gracias á la investigación de las razones ó de las causas. No utilizarán la fórmula más que si está *fundada en la razón*, es decir, si es percibida claramente por el espíritu como la *consecuencia* de alguna otra cosa que el espíritu ha explicado ya ó que encuentra suficientemente clara para ser tomada como punto de partida de la explicación. En otros términos: el espíritu no quiere *misterios*, trata de *comprender*, no acepta más que lo que ha comprendido.

El método científico aparece, pues, en sus orígenes, como un esfuerzo por comprender. Este esfuerzo llega á su término cuando la cosa que se quiere comprender se presenta como la consecuencia ó el efecto de otra

cosa que, ó se comprende por sí misma ó se reduce, por una serie de operaciones semejantes, á alguna cosa que se comprende por sí.

Se llama análisis la operación por la cual se remonta de la consecuencia á la razón; síntesis, la operación inversa por la cual, una vez encontrada la razón, se resuelve á descender á las consecuencias; la Geometría de Euclides es un buen ejemplo de síntesis. Lo que permitió, sin duda, á los griegos, organizar la Geometría de un modo puramente científico y lo que les impidió obtener el mismo éxito también en los otros dominios de la ciencia, es que era particularmente fácil remontarse de las consecuencias á las razones en las cosas en que se ocupa la Geometría; la aplicación del método científico necesitaba simplemente una poderosa abstracción suficiente para aislar las relaciones de extensión y de situación de todas las otras propiedades que nos presentan los objetos naturales. Una vez realizado este aislamiento, el espíritu se encontraba enfrente de un conjunto de relaciones que era fácil de organizar, á partir de las más simples de ellas, donde estas relaciones más simples se comprendían por sí mismas.

Los griegos trataron de aplicar el mismo método á las otras propiedades de la naturaleza; pero, como se trataba de hechos mucho más complejos, no pudieron obtener un éxito igual. En el deseo de hacer con las fuerzas físicas—Mecánica y Física—y con las particularidades de los seres vivos—lo que habían hecho con las magnitudes geométricas, multiplicaron las hipótesis arbitrarias y las concepciones espirituales. No comprendieron que, para desembrollar la complejidad de los fe-

nómenos, debían sustituir las intuiciones casi inmediatas que les habían permitido aplicar el método racional á la Geometría por una observación paciente de resultados remotos. Pero no dejamos, por eso, de serles deudores de la confianza que han tenido en las fuerzas del espíritu humano para resolver estos nuevos problemas. Su grandeza en esto, en oposición á las civilizaciones orientales, que no admitían en estos dominios más que la tradición religiosa, ha consistido en multiplicar las hipótesis de tal manera que hay pocas teorías científicas modernas de las cuales no pueda encontrarse toscos presentimientos en las obras de los filósofos griegos. Lo que les faltó para fundar de un modo positivo las ciencias de la naturaleza, como habían fundado de un modo positivo las matemáticas, fué el hábito de considerar como desprovisto de certeza científica todo razonamiento cuyas premisas y cuya conclusión no fuesen comprobadas rigurosamente por la experiencia; lo que constituye, por el contrario, su mérito, es no haber dudado, á pesar de sus fracasos, del poder del razonamiento humano.

Por lo demás, tal vez fué una suerte que prestasen al razonamiento un crédito excesivo. Porque, cuando la civilización latina, heredera directa en materia científica de la civilización griega, se derrumbó al golpe de los pueblos procedentes del Oriente, fué precisamente á este exceso de confianza á lo que debimos el no haber perdido para siempre las conquistas de la ciencia griega. Los bárbaros aportaban, en efecto, un espíritu muy próximo á las civilizaciones orientales, en las cuales, como hemos visto, reinaba soberanamente el mé-

todo de autoridad. Si no hubiesen encontrado una tradición nueva ya fuertemente arraigada y que se apoyaba solamente sobre el razonamiento, es muy probable que hubiera sido necesario comenzarlo todo de nuevo.

Pero ocurrió un fenómeno muy notable. Los bárbaros, al mezclarse á los greco-latinos, llegaron á considerar el racionalismo griego y las construcciones del razonamiento puro como la doctrina en la cual había de radicar la autoridad. Esto es lo que Augusto Comte ha llamado el estado metafísico del conocimiento, estado que, gracias al Cristianismo, del cual se hizo inseparable, ha durado, en la civilización moderna, hasta nuestra época, al menos en ciertas ciencias (por ejemplo, las ciencias morales). En esta concepción, la ciencia se construye con ayuda de la razón; pero la razón toma su punto de partida en las ideas que el espíritu elabora arbitrariamente por sus propias fuerzas. La experiencia no es consultada ó no lo es más que de un modo insuficiente y arbitrario. El método científico se confunde con el método filosófico: es una discusión de ideas (*ideología* ó *dialéctica*).

La escolástica ha realizado este método con toda su perfección. Todas las ciencias de la naturaleza se construyen, á partir de la filosofía de Aristóteles, sólo por el razonamiento. Así, sus resultados fueron muy restringidos. Sólo las Matemáticas, que los griegos habían conducido á su verdadero camino y que, gracias á la simplicidad de su objeto, podían constituirse aproximadamente sólo por el razonamiento, tuvieron alguna prosperidad.

III. LA CIENCIA POSITIVA.

Cuando al fin, en el Renacimiento, se conoció, en sus fuentes mismas, el verdadero espíritu griego, el método de libre examen entusiasmó á los espíritus originales y poderosos. Comprendieron que la verdadera tradición del helenismo no consistía en someterse casi ciegamente á la autoridad de los resultados del pensamiento griego. Esto era más bien volver la espalda á esta tradición. Para continuarla era preciso, por el contrario, tratar los resultados de la ciencia griega con el mismo espíritu crítico que había libertado á ésta de la mitología religiosa y que le había hecho multiplicar las hipótesis y las investigaciones independientes. Era preciso, como habían hecho los griegos, ponerse á estudiar la naturaleza sin espíritu alguno preconcebido. Así, no se seguirá la letra, sino el espíritu mismo de la ciencia griega. Esto es lo que ha realizado la ciencia moderna y, en este sentido, es en el que merece el nombre de Renacimiento la revolución espiritual de la cual la ciencia moderna ha salido en el siglo xvi con Leonardo de Vinci, Galileo, Bacon, Descartes, Pascal, etc.

La ciencia moderna, á medida que llega á su *estado positivo*, estado definitivo, según la ley de los tres estados de Augusto Comte, apela únicamente á la *libertad* de la investigación, como la ciencia griega. También, como ella, tiene plena confianza en *nuestra razón*. Pero, y esto es lo que *añade* á la ciencia griega, considera que la razón no inventa nada por sí misma. No es más que un guía que nos sirve para concluir con

rigor todas las enseñanzas que trae consigo la experiencia; así, el método de la ciencia moderna, el método positivo, puede definirse: el método *á la vez* experimental y racional.

Pero, como se verá á continuación, ha sido preciso llegar hasta nuestros días para emancipar el conjunto de las ciencias particulares de los hábitos metafísicos, de las ideas *a priori* y de las concepciones puramente imaginativas del espíritu. Ha sido preciso, también, llegar hasta nuestros días para emancipar el espíritu científico de toda consideración exterior á la investigación de la verdad.

“La Física—dice Mach—tuvo primero que luchar contra la Iglesia y la Religión. La historia de sus orígenes, á partir del siglo xv, es un largo martirologio. Pero no es solamente contra la religión constituida, contra la autoridad eclesiástica contra la que tuvo que luchar la ciencia: sería un gran error creerlo. El combate hubo de empeñarse contra el espíritu religioso bajo todas sus fases y hasta en sus consecuencias más lejanas, menos fácilmente perceptibles; combate de todos los momentos y en el cual, frecuentemente, el espíritu científico pareció ser vencido y desaparecer. En todo caso, con frecuencia, hubo de someterse. El combate tuvo por teatro el espíritu de los sabios mismos; su espíritu científico tuvo que luchar contra las ideas preconcebidas y latentes, depositadas en ellos por una educación teológica y por el medio; en una palabra, contra su propio espíritu religioso. Así, los principios de la Física—reducida entonces aproximadamente á la Mecánica—tienen todos, al comienzo, á pesar de la eman-

cipación de la Ciencia con respecto á la Teología, una forma teológica, religiosa ó metafísica, ó están ligados á consideraciones metafísico-teológicas. En comprobación cita Mach numerosos ejemplos: Descartes, Napier, Pascal, Otto de Guericke, Newton, Leibniz, Eulero tienen preocupaciones de apologetismo religioso que persisten en su obra física. Galileo reproduce las tendencias finalistas que se encuentran en Héron y en Pappus. Estas tendencias finalistas se encuentran en Fermat y en Juan Bernouilli, en Maupertius, en fin, y en Eulero á propósito de los principios de la menor acción, de la invariabilidad de la cantidad de materia, de la constancia de la suma de cantidades de movimiento, de la indestructibilidad del trabajo ó de la energía. No se crea, desde luego, que este conflicto entre el espíritu religioso y el espíritu científico queda siempre latente y no se traduce más que por el análisis atento de las fórmulas y de los resultados. Este conflicto está lejos de ignorarse asimismo, y todos los grandes investigadores, cuyos nombres acabamos de citar, han tratado de resolverle y de libertar su conciencia científica. Es este un esfuerzo continuo de su Física." (A. Rey: *La théorie de la physique chez les physiciens contemporains*, página 87.)

"Durante toda la duración de los siglos XVI y XVII y hasta fin del siglo XVIII, la tendencia universal era ver en cada una de las leyes físicas una ordenación particular del Creador. Un observador atento ve, sin embargo, que esta idea se transforma gradualmente. Mientras que, para Descartes y Leibniz, la Física y la Teología están aún muy mezcladas, más tarde se aper-

cibe un esfuerzo marcado, si no por descartar completamente la Teología, al menos para separarla claramente de la Física. La Teología es relegada, ya al comienzo, ya al fin de los tratados de Física; siempre que es posible, se restringe el dominio teológico á la creación y se deja, á partir de aquí, el campo libre á la Física.

En el siglo XVIII se advierte una trasformación en apariencia súbita, pero que, en el fondo, es una consecuencia necesaria del desenvolvimiento que hemos descrito. Lagrange, después de haber querido, en una obra de juventud, basar toda la Mecánica en el principio de la acción menor de Eulero, trata de nuevo el mismo asunto y declara que quería abstenerse completamente de toda especulación teológica, como muy *nociva* y absolutamente extraña á la Ciencia. Reconstruyó la Mecánica sobre otras bases y ningún espíritu competente puede negar la superioridad de la nueva exposición. Después de Lagrange, todos los hombres de ciencia adoptaron su manera de ver y así se determinó, en su principio, la posición actual de la Física frente á la Teología.

Cerca de tres siglos fueron, pues, necesarios para que la idea de la distinción perfecta entre la Física y la Teología se desarrollase completamente, desde su germen primero en Copérnico hasta Lagrange.

El prejuicio se disipó poco á poco, lentamente, á medida que los grandes descubrimientos geográficos, técnicos y científicos de los siglos XV y XVI agrandaron el horizonte y que se hizo luz en los dominios en los cuales resultaba impotente la antigua concepción porque se había formado *anteriormente* á su adquisición. La gran libertad de pensamiento que, en casos

aislados, se manifestó al alborear la Edad Media, primero en los poetas y después en los sabios, es, sin embargo, siempre difícil de comprender. El progreso intelectual, en esta época, debe haber sido obra de un número muy pequeño de pensadores aislados, verdaderamente extraordinarios, cuyas ideas no debían enlazarse sino por hilos muy tenues á las concepciones populares y eran mucho más propias para desequilibrarlas y violentarlas que para producir su transformación. Hasta los escritos del siglo XVIII no parece ganar terreno la obra de esclarecimiento. Las ciencias humanas, históricas, filosóficas y naturales se ponen en contacto y se prestan un auxilio mutuo en la lucha por el pensamiento libre. Todo el que ha podido participar de este impulso y de esta liberación á través de la literatura solamente, conserva toda la vida, para el siglo XVIII, un sentimiento de gratitud melancólica.” (Mach: *La Mécanique*, págs. 419 y sigs.)

CAPITULO IV

Las ciencias.—Clasificación y jerarquía de las ciencias.

PRIMERA PARTE: *Análisis del conocimiento científico.*—I. *La ciencia:* A, *Su objeto:* a), la investigación de las leyes naturales; b), la ley natural es una reducción: 1.º, de lo particular á lo general; 2.º, de lo compuesto á lo simple; 3.º, de lo contingente á lo necesario. B, *Su método general; análisis y síntesis:* a), la investigación de la causa, el análisis inductivo, la jerarquía de las leyes naturales; b), la comprobación del análisis, la síntesis demostrativa.—II. *Definición de la ciencia positiva: Los caracteres distintivos:* 1.º, la experiencia; 2.º, la medida; 3.º, el razonamiento; 4.º, la economía del pensamiento; 5.º, objetividad de la ciencia; 6.º, libre examen y racionalismo.—SEGUNDA PARTE: *Problemas lógicos.*—III. *Valor de la ciencia:* 1.º, práctico; 2.º, teórico; 3.º, moral y social; 4.º, problema filosófico del valor de la ciencia.—IV. *Clasificación de las ciencias:* A, *Históricas* (Aristóteles, Bacon, d'Alembert). B, *Clasificación jerárquica natural:* a), de Ampère; b), de Comte; c), objeciones á la clasificación de Comte y clasificación de Spencer; d), clasificación propuesta; e), carácter provisional de toda clasificación.—V. *Subdivision de las ciencias teóricas en tres grupos desde el punto de vista de los métodos.*

PRIMERA PARTE

ANÁLISIS DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

I. LA CIENCIA.

A. *Su objeto.*—a) *La investigación de las leyes naturales.*—Cuando se considera la naturaleza sin atención, ofrece el espectáculo de un cambio incesante y de una variedad infinita. No hay en un bosque dos hojas de árbol que sean exactamente idénticas, y, cada hoja, considerada en sí misma, varía, por poco que sea, de un instante á otro, porque es el asiento de una infinidad de fenómenos químicos. Pero, en cuanto la observación se hace atenta y reflexiva, se apercibe de que, bajo estos cambios, hay elementos fijos que se presentan siempre de una manera semejante. La variedad no excluye ciertas analogías y ciertas uniformidades. Las hojas de una encina tienen todas una contextura idéntica, aunque difieren todas por algún detalle, y los fenómenos químicos de los cuales son asiento se producen siempre de una manera definida, como si obedeciesen á reglas inmutables. Naturalmente, la reflexión se aplica á estos elementos permanentes y estables.

En efecto: la curiosidad, la atención, no se fija sobre lo efímero y accidental que, no bien aparecido, se desvanece para siempre. Si lo hiciese, el conocimiento que suscitase sería inútil, puesto que no encontraría jamás á qué aplicarse. Además, un conocimiento reflexivo exige una multitud de observaciones diversas, que no son posibles más que por la repetición frecuente de fenó-

menos semejantes. Se aplicará, pues, á descubrir las *semejanzas constantes* por encima de las variaciones de detalle, las *relaciones inmutables* que la observación atenta nos revela en las trasformaciones incesantes de los fenómenos naturales. Estas relaciones son lo que se llama *las leyes de la naturaleza* y la ciencia puede ser definida *la investigación de estas leyes*.

b) *Qué es una ley natural*.—Tratemos de precisar el sentido de esta expresión, *ley natural*, para aclarar, al mismo tiempo, la definición de la ciencia.

Una ley natural es, según la expresión de Lachelier, una reducción *de lo particular á lo universal, de lo compuesto á lo simple, de lo contingente á lo necesario*. De aquí se sigue que la ciencia presentará también este triple carácter.

“Abandono una piedra que tenía en la mano, cae; abandono, del mismo modo, un trozo de metal, un trozo de madera, cae; vuelco un vaso lleno de agua, el líquido se vierte. En el aire, una bala de plomo y una bala de corcho caen con velocidades desiguales; en el vacío caen con la misma velocidad. En el Polo, en el Ecuador, entre el Polo y el Ecuador, la línea seguida por los cuerpos que caen es perpendicular á la superficie de las aguas tranquilas y, si se las prolongase, encontraría el centro de la tierra... Estos son los hechos. He aquí la ley: todos los cuerpos caen hacia el centro de la tierra y, en el vacío, con la misma aceleración.” (Liard: *Science positive et métaphysique*, 4.)

1.º “Consideremos los hechos: nada es más diverso. He hecho la experiencia con cuerpos sólidos: una piedra, un trozo de hierro, de plomo, de madera, etc.; con

cuerpos líquidos; he comprobado que el gas está también sometido á la ley de la pesantez. He hecho la experiencia en diferentes medios, en la atmósfera en diversos grados de condensación, en el aire rarificado, en el vacío menos imperfecto que nuestros instrumentos permiten obtener. Lo he hecho en diferentes lugares: cerca del Polo, lejos del Polo, en dos puntos diametralmente opuestos del globo terrestre. Lo he hecho á alturas diferentes, en la llanura, en las montañas.

"En todos estos casos, por diversos que sean y que puedan ser, he encontrado un elemento común, la caída hacia el centro de la tierra... Cuando cese de considerar los hechos para pasar á la ley que los rige, olvido todas las circunstancias, todas las variedades individuales y particulares para no retener más que la propiedad común." (*Idem*, 5.) He extraído de un gran número de fenómenos, muy diferentes los unos de los otros, una propiedad *universal*, es decir, ofrecida por todos ellos cualesquiera que sean las circunstancias consideradas. Es por lo que se puede decir con Aristóteles que *no hay ciencia más que de lo universal* ó general.

2.º Esta reducción de lo particular á lo universal es, al mismo tiempo, un tránsito de lo compuesto á lo simple.

Para quien ignora las leyes de la pensatez, ¿qué más complejo que el conjunto de estos fenómenos: un globo, el humo, una cometa que se eleva en la atmósfera, una pluma, una hoja de papel que oscila en el aire, un cuerpo pesado que cae verticalmente, la ascensión del agua en las bombas? Y, sin embargo, la ciencia nos enseña que una misma explicación basta para fenómenos tan diferentes, que todos siguen la misma ley si se elimina cier-

tas particularidades accidentales que provienen de la resistencia del aire. Desde luego, esta resistencia no es más que un efecto del peso propio del aire y, de este modo, se liga directamente á las leyes de la pesantez. La naturaleza entera nos aparece, pues, como los efectos innumerables y muy variados de un pequeño número de causas muy generales. La variedad no proviene más que de diferencias secundarias y mínimas en la manera según la cual estos factores generales obran y se combinan. Se ve que, la investigación de lo general y de lo universal en los fenómenos particulares, no es otra cosa que la reducción de lo complejo á lo simple; y las leyes científicas son una explicación simple, y al mismo tiempo suficiente, de un conjunto, á primera vista, muy complicado.

Esta simplicidad tiene la ventaja de darnos de los fenómenos, según la expresión de Descartes, una idea *clara y distinta*, porque un conjunto complicado es forzosamente confuso y obscuro. El conocimiento científico sustituye, pues, las ideas oscuras que nos formamos espontáneamente de las cosas, por nociones *claras y distintas*. Y esta simplicidad, por la claridad que entraña, es la que nos permite evitar, tanto cuanto es posible, el error.

3.º Por último, y este es el carácter fundamental de la ciencia, reduce lo contingente á lo necesario. Una vez que hemos explicado un conjunto de fenómenos por leyes generales y simples, vemos claramente cómo estos fenómenos se producen y que no podrían producirse de otro modo. Es *necesario* que las cosas pasen así.

Para cualquiera que mira superficialmente la natura-

leza y que no la comprende, los fenómenos parecen producirse al azar y arbitrariamente. El milagro se encuentra por todas partes y el orden en ninguna. Los griegos del tiempo de Homero, ¿no explicaban todo por las voluntades más ó menos razonables de divinidades espirituales? En lenguaje filosófico, se llama *contingente* lo que es producto del azar ó del capricho; lo que podría ser distinto de lo que es; lo que no obedece á una ley fija é inmutable. La naturaleza, antes que la ciencia estableciese sus leyes, aparecería, pues, como *contingente*. "Tal piedra, que yo abandonaba, caía siguiendo la normal; la velocidad de su caída se acrecentaba proporcionalmente al tiempo; estos eran los hechos. Pero nada me garantizaba de que no pudiese quedar suspendida en el aire, ó describir al caer tal ó cual curva, ó caer con un movimiento uniforme ó uniformemente retardado. Ahora que poseo la ley, el hecho y sus diversas circunstancias esenciales me parecen necesarias; mi espíritu se niega á concebir que se produzca lo contrario de lo que se ha producido. La producción de un hecho cuya ley es conocida es *necesaria* en relación á esta ley." (Idem, 6.)

B. *Su método general.*—*Análisis y síntesis.*—a) *La investigación de las causas.*—*El análisis inductivo.*—Estos elementos simples, universales, necesarios, nos permiten explicar los hechos que estudiamos y hacen comprender su producción y transformaciones diversas. *A causa* de la pesantez, es decir, de este carácter esencial que nos presentan todos los cuerpos de caer hacia el centro de la tierra, comprendemos las diversas particularidades de su caída; así, se llama *causa* ó *razón* á estos elementos fundamentales que pone de manifiesto la ley

científica: porque nos muestran *por qué* y *cómo* se producen los fenómenos.

“*La verdadera ciencia es la ciencia de las causas*, decía Bacon: *Vere scire est per causas scire.*” La ley científica es, en resumen, lo que pone en evidencia las causas, las razones necesarias y suficientes á las cuales obedece un conjunto de fenómenos.

La jerarquía de las leyes naturales.—La ley se presenta, de ordinario, como una *relación general, simple y necesaria establecida entre dos grupos de fenómenos*. Esta relación comprende dos términos, que son los dos grupos de fenómenos entre los cuales se establece: el uno es la *causa*, el otro es el *efecto*.

Se define la causa: el antecedente invariable, necesario é incondicional de un fenómeno. Esta palabra no tiene en la ciencia actual ni el sentido de fuerza productora del efecto, ni el de esencia (naturaleza fundamental de un fenómeno que engendraría las diversas apariencias ó accidentes). La causa es un hecho bien determinado, sin el cual, el hecho que se considera (el efecto) jamás puede producirse, cualesquiera que sean las condiciones en las cuales aparezca. Más sencillamente, es un hecho que precede *siempre* á otro, ó se produce *siempre* con otro y varía con él. La ley natural se reduce, por consiguiente, á una relación de causa á efecto, es decir, á una relación de sucesión ó de concomitancia.

Tales relaciones, examinadas más de cerca, muestran que, la reducción de lo complejo á lo simple y de lo particular á lo general, es llevada en ellas más ó menos lejos; son más ó menos generales. Así es como la

Física nos enseña que, las leyes de la pesantez, no son más que casos particulares de las leyes de la atracción universal.

Las leyes naturales se agrupan, pues, entre sí y se subordinan á algunas leyes muy generales que forman los fundamentos de la ciencia: los principios. Tales son, por ejemplo, en Mecánica, los principios de la inercia, de la acción y de la reacción, de la independencia de los movimientos.

Las leyes particulares de la Física pueden, á su vez, enlazarse á estos principios de la Mecánica y á las leyes de la energía (conservación de la energía, principio de Carnot).

Todas las leyes naturales que la ciencia nos da á conocer constituyen, pues, ó pueden estar llamadas á constituir una jerarquía. De algunas leyes muy generales dependerán otras menos generales; de estas leyes menos generales se derivan, á su vez, otras más particulares, y, así, se llegará á los fenómenos particulares, á los hechos mismos de la experiencia.

Pero, al pasar de leyes generales á leyes más generales, llegamos á las causas que engendran efectos más numerosos, es decir, á las causas más generales. La ciencia tiende, en último término, á presentarse como un sistema de causas que se enlazan á un pequeño número de causas muy importantes y muy generales.

En Historia natural, las especies tienen particularidades de forma que llegan casi al infinito; pero estas particularidades se explicarían por la historia de la evolución, que es ya mucho más que una hipótesis y serían referidas á causas mucho más generales: la adap-

tación al medio y la selección natural. Del mismo modo, en Física, en Química, todos los fenómenos estarían dirigidos por las leyes relativas á las transformaciones de la energía y, aún mejor, hay una hipótesis que pretende deducir estas leyes de las que rigen el movimiento.

Esta tendencia á remontarse de causa á causa, á ir de leyes generales á leyes más generales aún, es la característica de la ciencia moderna. Le da su originalidad y constituye, al mismo tiempo, su mayor valor.

Se llama *inducción* el modo de razonar que nos impulsa á ir de lo particular á lo general, y se llama *análisis* el procedimiento por el cual alcanzamos los *elementos simples y generales* bajo los fenómenos particulares y complejos. El primer procedimiento de la ciencia es, pues, un *análisis inductivo*.

“Es fácil mostrar, con algunos ejemplos, cómo, partiendo de los hechos más vulgares, de los que constituyen el objeto de la observación diaria, la ciencia se eleva, mediando una serie de *porqués*, sin cesar resueltos y sin cesar renacientes, hasta las nociones generales que representan la explicación común de un número inmenso de fenómenos.

“Comencemos por nociones tomadas al orden físico. ¿Por qué una antorcha ó una lámpara iluminan? He ahí una cuestión muy simple que se ha presentado en todo tiempo á la curiosidad humana. Podemos responder hoy: porque la antorcha, al arder, desprende gases mezclados con partículas sólidas de carbón y elevados á una temperatura muy alta.—Esta respuesta... resulta de un examen directo del fenómeno.

“Pero, al punto, aparecen nuevas cuestiones. ¿Por

qué la antorcha desprende gases? ¿Por qué estos gases encierran carbón en suspensión? ¿Por qué se elevan á una temperatura alta? A esto se responde sometiendo estos hechos á una observación más profunda."

La respuesta "se reduce, en definitiva, á esto: la combinación con el oxígeno (del aire) de los elementos de la antorcha, es decir, del carbono y del hidrógeno, produce calor". Esta respuesta es mucho más general que el hecho particular del cual hemos partido. Explica, no solamente por qué la antorcha es luminosa, sino también por qué la combustión de la madera, de la hulla, del aceite, del espíritu de vino, del gas del alumbrado, etc., produce luz... Puesto que todos los fenómenos de luz y de calor que producimos en la vida común se explican de la misma manera...

¿Por qué el carbón, el hidrógeno, combinándose con el oxígeno, producen calor? Tal es la cuestión que se nos presenta ahora. La experiencia de los químicos ha respondido que este es un caso particular de una ley general en virtud de la cual toda combinación química desprende calor. El azufre de la cerilla que arde, es decir, que se une al oxígeno, el fósforo que se combina con este mismo oxígeno y produce una luz brillante, la brizna de hierro que se desprende de la herradura del caballo y arde centelleando, el cinc que produce una luz azulada que ciega en los fuegos artificiales proporcionan nuevos ejemplos, conocidos de todo el mundo y propios para demostrar esta ley general.

Esta ley abraza millares de fenómenos que se desarrollan diariamente ante nuestros ojos. El calor de nuestros hogares y de nuestros caloríferos, el que hace

andar á las máquinas de vapor, lo mismo que el que mantiene la vida y la actividad de los animales, están producidos, como lo prueba la experiencia, por la combinación de elementos. Hemos llegado, pues, aquí, á una de las nociones fundamentales de la Química, á una de las causas que producen los efectos más numerosos y más importantes del universo.

Sin embargo, no hemos llegado al fin de nuestros *porqués*. Detrás de cada problema resuelto, el espíritu humano suscita un problema nuevo y más extenso. ¿Por qué la combinación química desprende calor? Acaso no es el calor otra cosa que un movimiento de las moléculas de que están compuestos los cuerpos. En el acto de la combinación química, las moléculas cambian de distancia y de posición relativa. La Física y la Química se reducen así á la Mecánica (según la respuesta de Berthelot á Renan, reproducida en los *Dialogues philosophiques de Renan*).

“... Para lograr tan grandes resultados, para encadenar una multitud tal de fenómenos por el lazo de una misma ley general y conforme á la naturaleza de las cosas, el espíritu humano ha seguido un método simple é invariable: ha comprobado los hechos por la observación y la experiencia, los ha comparado, ha sacado de ellos relaciones (leyes), es decir, hechos más generales, que han sido, á su vez, comprobados por la observación y la experiencia, que constituye su única garantía de realidad. Una generalización progresiva deducida de hechos anteriores y comprobada sin cesar por nuevas observaciones conduce así, á nuestro conocimiento, desde los fe-

nómenos vulgares y particulares hasta las leyes naturales más abstractas y más extensas."

b) *La comprobación del análisis. La síntesis deductiva ó demostrativa.*—Una vez alcanzados los elementos simples que determinan el fenómeno; una vez acabado el análisis, la tarea de la ciencia positiva no está aún terminada. Ha descubierto evidentemente lo que buscaba. Pero le falta poner en orden todos estos descubrimientos y comprobarlos. Pero el orden natural está indicado inmediatamente por la marcha misma del análisis con ayuda del cual se ha elevado la ciencia á las nociones más generales en todos los géneros del conocimiento humano. No hay más que partir de estas nociones y volver á descender poco á poco combinándolas entre sí, hasta los objetos más complicados, por un procedimiento inverso del anterior. Este proceso nuevo es la *síntesis* que *deduce*, conforme á las exigencias de la razón, las leyes más particulares de las más generales, no siendo las primeras más que una disposición especial, una consecuencia de las últimas.

Esta obra nueva tiene una gran ventaja: que comprueba de un modo cierto el análisis. Si podemos *demostrar*, partiendo de los últimos elementos alcanzados por el análisis, que los fenómenos se derivan de ellos íntegramente, estaremos ciertos de que nuestro análisis era justo; y, por el mismo hecho, mostraremos que tenemos la explicación exacta y verdadera, la única exacta y la única verdadera, puesto que asistimos, por decirlo así, á la reconstitución del fenómeno ante nuestros ojos.

Análisis y síntesis.—Todas las ciencias presentan este

doble procedimiento de análisis y de síntesis. En las Matemáticas, las demostraciones analíticas y sintéticas son sucesivamente empleadas. Las segundas, partiendo de definiciones y de principios, sacan todas las consecuencias de ellos. Las primeras, suponiendo conocidas las consecuencias, se remontan á los principios. Se plantea una cuestión y nos faltan los elementos necesarios para su solución. Supongamos resuelto el problema y, poco á poco, nos remontaremos á los principios implícitos por la cuestión. He ahí una demostración analítica. Volvamos á descender en seguida de los principios encontrados á las consecuencias, y operaremos sintéticamente. Con el auxilio del análisis se inventa, con el auxilio de la síntesis—como en la *Geometría de Euclides*—se expone lo que se ha descubierto.

En la Física experimental se avanza poco á poco, partiendo de efectos muy particulares, hacia leyes cada vez más generales: análisis. En las teorías físicas, por el contrario, se parte de leyes generales, como los principios de la Mecánica, y se trata de deducir de ellas todas las otras leyes particulares: síntesis. Todo el mundo conoce el análisis y la síntesis químicas: el uno descompone un cuerpo en sus elementos; el otro lo recombina con sus elementos.

En Biología, en Psicología, al lado de las leyes particulares proporcionadas por la inducción, encontramos grandes teorías, como la de la evolución, destinadas á enlazar entre sí todos los fenómenos y á deducirlos de algunas leyes muy generales.

El análisis y la síntesis son, pues, los dos procesos necesarios é inversos del método científico. Pero es

preciso notar que pueden revestir formas muy diferentes.

En Matemáticas se opera sobre nociones ideales gracias á construcciones del espíritu. En Química, y en todas las ciencias de la naturaleza en general, análisis y síntesis, operan, por el contrario, sobre elementos reales, parten siempre de la experiencia para volver á ella. Por lo demás, entre estos dos casos opuestos existe toda una serie de intermediarios; en Física y en Mecánica la síntesis es una construcción, en parte, ideal y lógica, en parte, real. Esto mismo nos permite ver que, en el fondo, se trata de los mismos procesos generales del espíritu. Sólo difiere la naturaleza de los elementos á los cuales se aplican. Si estos elementos son nociones ideales, análisis y síntesis no son más que construcciones del espíritu, razonamientos abstractos. Si, por el contrario, estos elementos son fenómenos reales ofrecidos por la naturaleza, análisis y síntesis, como en Química, pueden ser descomposiciones ó combinaciones realizadas experimentalmente.

II. DEFINICIÓN DE LA CIENCIA POSITIVA.

La ciencia reduce, pues, lo *particular* á lo *general*, lo *compuesto* á lo *simple*, lo *contingente* á lo *necesario*; y, todo esto, siguiendo paso á paso la naturaleza por la observación, la experiencia y la demostración, sin entregarse jamás á los azares de la imaginación. La ciencia puede ser, pues, definida: *la investigación metódica de las leyes naturales por la determinación y la sistematización de las causas.*

Caracteres distintivos de la ciencia positiva. 1.º Pa-

pel que representan la experiencia y la inducción.—La ciencia positiva actual proscribe todo lo que no está comprobado por la observación y la experiencia.

Las ideas imaginativas que no se aplican á lo real permanecen en la región de las hipótesis. Esta región no está vedada á los sabios actuales; de ella es de donde sacan sin cesar sus descubrimientos. Pero una hipótesis que no se puede comprobar por la experiencia no es nunca admitida en el número de las proposiciones de la ciencia. Es, pues, el papel que representa la experiencia, lo que constituye la originalidad de la ciencia moderna. Nuestra ciencia es, sobre todo, experimental, y un sabio está siempre dispuesto á renegar de sus teorías si una experiencia desmiente indiscutiblemente una de sus consecuencias.

Se podría decir entonces que las Matemáticas no merecen el nombre de ciencia positiva, porque no parece que se haya hecho experiencias en ella. Pero, además de que un gran número de matemáticos creen encontrar en ellas huellas de la experiencia, las Matemáticas constituyen más bien un conjunto de procedimientos generales que sirven para expresar las relaciones que pueden establecerse entre fenómenos de cualquier clase. Pero estas relaciones será la experiencia la que nos las enseñará á propósito de cada fenómeno y gracias á investigaciones científicas distintas de las Matemáticas.

Podemos comparar las Matemáticas á un arsenal de donde tomamos las armas necesarias para conocer la naturaleza; la experiencia nos indica el género de armas que necesitamos tomar y el modo de servirnos de ellas. Las Matemáticas están, pues, completamente di-

rigidas hacia la experiencia. Y nuestra primera conclusión subsiste por completo: *La ciencia moderna se apoya constantemente sobre la experiencia. Es siempre una generalización progresiva á partir de hechos*, como hemos visto antes.

Las ideas generales no tienen valor más que si son inducidas directamente de los hechos y probadas por todas las experiencias que se pueda intentar hacer. La idea general, por interesante, por ingeniosa que sea, no tiene valor más que si representa hechos experimentales bien comprobados. Sin esto, es el fundamento de los errores, fundamento contra el cual luchan todos los procedimientos de la ciencia moderna. El sabio moderno interroga constantemente los hechos. Según la enérgica expresión de Bacon, somete á tortura á la naturaleza, estudia los hechos en todas las condiciones en que puede observarlos, hace variar estas condiciones y las multiplica, á fin de estar seguro de que su *idea* no será desmentida en caso alguno, sino, por el contrario, corroborada por *todas* sus experiencias.

2.º *Función que desempeña la medida.*—No es posible confundir la *experiencia* de la ciencia positiva moderna con la experiencia de la ciencia antigua.

En otros tiempos, la experiencia era vaga, estaba hecha sin precaución ni comprobación, en condiciones desfavorables. Tal fué la experiencia por la cual Aristóteles creía haber demostrado, de un modo perentorio, la pesantez del aire:

Ponía en los dos platillos de una balanza dos vejigas, una vacía, otra llena de aire, que insuflaba en ella. Comprobaba entonces una ruptura del equilibrio en favor

del platillo cargado con la vejiga llena de aire. Pero no notaba que la columna de aire por encima de cada platillo era la misma y que la verdadera causa de la ruptura del equilibrio era el peso del vapor de agua y del ácido carbónico contenidos en el aire insuflado en una de las vejigas.

Así, para que una experiencia sea válida, es preciso que pueda ser comprobada hasta en sus menores detalles, y que se **tenga** instrumentos muy precisos para registrar los resultados, lo cual no es posible más que, si todos los hechos sobre los cuales se experimenta y todos los medios de los cuales se sirve son susceptibles de *medidas precisas*.

De aquí la definición del espíritu científico dada por muchos sabios modernos, especialmente por Le Dantec: "No hay ciencia más que de lo mensurable." Los laboratorios no encierran apenas más que aparatos de medida.

Esta importancia de la medida en la experiencia es debida á causas numerosas.

Si estuviésemos reducidos á nuestros sentidos para comprobar los resultados de una experiencia, éstos resultados serían frecuentemente inexactos, inciertos, discutibles; variarían con los experimentadores. Lo que está caliente para uno está frío para otro; pero el termómetro indicará de un modo positivo é innegable la temperatura. Así, tenemos una comprobación objetiva independiente de nosotros.

Es también la medida la que permite dar á las leyes naturales una forma matemática, simple, precisa.

Además, permite generalizaciones y aplicaciones técnicas que sin ella serían imposibles.

Diremos, por ejemplo, que, á una temperatura dada, el volumen de un gas es inversamente proporcional á su presión; la relación entre el volumen y la presión es, pues, constante. Y, desde entonces, conociendo el volumen, la temperatura y la constante se podrá, *en todos los casos*, calcular el valor de la presión y recíprocamente.

Es, pues, necesario tener una fórmula matemática de una ley natural para poderla generalizar á todos los casos análogos y aplicarla inmediatamente, previendo de un modo preciso los fenómenos que se van á producir; pero no puede establecerse una fórmula matemática más que si se sustituye cantidades numéricas á las propiedades sensibles, á las cuales se refiere la ley. Y esta sustitución no es posible más que si se sabe medir las propiedades en cuestión.

Es preciso, por consiguiente, para que se pueda hacer exactamente la ciencia de un objeto, que se hayan descubierto procedimientos para medirle. La medida es el complemento obligatorio de una experiencia para que la experiencia sea científica.

La ciencia positiva, el espíritu científico moderno, no están, pues, solamente caracterizados por la *necesidad de la experiencia*, sino también por la *posibilidad de la medida*.

3.º *El razonamiento*.—Una ciencia no es un conjunto inorgánico de experiencias y de medidas aisladas. Por el contrario, la ciencia, buscando lo general, introduce, mediante las leyes que descubre, la unidad en los fenómenos naturales. Nos da del mundo una idea cada vez más sintética. Por sus teorías, organiza los hechos

en sistemas. El sabio—como dice Bacon—no debe asemejarse ni á la araña que saca de sí misma la tela que teje, ni á la hormiga que se limita á acumular el botín, sino á la abeja que trasforma el jugo de las flores en miel. La experiencia y la medida no sirven más que para permitir el establecimiento de *leyes generales*; es preciso llegar á fórmulas que den los medios de prever todo un conjunto de efectos, una vez determinadas las causas. Estas mismas fórmulas no permanecen esparcidas, sino que deben encadenarse las unas á las otras, de modo que se pueda pasar de unas á otras progresivamente. Ya hemos visto que *al análisis experimental é inductivo sucede la síntesis teórica y deductiva*.

Por el razonamiento deductivo es como la ciencia moderna realiza, en sus teorías, esta unificación sistemática de los datos experimentales. Pero este empleo del razonamiento se distingue aún muy claramente del empleo que hacían de él la ciencia antigua y de la Edad Media. La ciencia antigua razonaba, pero razonaba *a priori*. El razonamiento era tan vago y fugaz como puede serlo la palabra. Encajaba menos en la Lógica que en la Retórica; constituía la *Dialéctica*.

El razonamiento, en la ciencia moderna, es muy distinto. No debe partir nunca de hipótesis sino de datos experimentales ó de principios evidentes, de definiciones admitidas universalmente. Sus conclusiones deben ser comprobadas por la experiencia. Desde luego, para que sea más riguroso, se sustituye en él á las propiedades cualitativas de los fenómenos, que no pueden ser representadas más que por palabras cuyo sentido es vago, las cantidades que resultan de las medidas precisas de estas

propiedades. El razonamiento no es en ella un *discurso lógico*, sino una serie de demostraciones matemáticas. Las teorías científicas se construyen matemáticamente siempre que se tienen datos métricos bastante precisos para hacerlo. Y, como hemos visto antes, por el papel que representa la medida en la experiencia científica moderna, todo el esfuerzo de los sabios tiende á tener datos de este género en todos los órdenes de fenómenos que estudian. *El razonamiento, en la ciencia moderna, tiende, pues, siempre á tomar la forma de un razonamiento matemático.*

4.º *La economía del pensamiento.* — Gracias á la forma matemática que la ciencia moderna tiende, cada vez más, á revestir, á medida que racionaliza su contenido experimental; gracias á las relaciones sistemáticas, lógicas, que apercibe entre todas las leyes naturales; gracias á la unidad hacia la cual, en todo caso, parece que se encamina, la ciencia moderna condensa en un pequeño número de fórmulas generales y abstractas, al mismo tiempo que los resultados de una multitud indefinida de experiencias, los medios de prever y de deducir las consecuencias necesarias de una multitud infinita de casos futuros. De tal modo que, sin recurrir á la experiencia, tenemos, por el desenvolvimiento lógico de las premisas de las cuales partimos, las soluciones de una infinidad de problemas particulares, soluciones que aparecen siempre conformes á la experiencia en los límites de los errores de observación.

Sabemos, por ejemplo, con un cálculo muy sencillo, qué camino recorrerá en el vacío, y por consiguiente en el aire, en el quincuagésimo segundo de su caída, un

cuerpo bastante denso para que la densidad del aire sea despreciable en comparación con la densidad del cuerpo de que se trata, ó la cantidad de trabajo que podrá proporcionar una máquina térmica cuando se conoce las temperaturas de la caldera y del condensador, etcétera.

En todos estos casos, el formulario de la ciencia moderna, la aplicación de sus leyes matemáticas, nos produce, como ha puesto muy bien de manifiesto Mach, una economía innegable de esfuerzos intelectuales. *La ciencia economiza el pensamiento.*

5.º *La objetividad de la ciencia moderna.*—El cuidado que la ciencia moderna pone en la experiencia y en la medida proviene de una preocupación más fundamental aún: la ciencia moderna quiere ser objetiva. Quiere que á sus resultados se una el consentimiento universal. Así, no quiere afirmar más que lo que todos pueden comprobar de una manera precisa, segura, indudable. No debe caber duda allí donde la ciencia afirma de un modo definitivo, y no puede haberla porque, por la experiencia, por la medida, la ciencia hace ver y tocar con la mano la veracidad de estas conclusiones.

Antes, la ciencia era, sobre todo, el privilegio del genio individual. Era un sistema ingenioso que, un hombre, mejor dotado que los demás, construía en todas sus partes é imponía por la fuerza de su inteligencia, por su valor personal. Se le creía, pero nadie podía comprobar las razones que habían legitimado esta creencia. Era preciso prestar confianza al genio; y como los genios individuales no son idénticos, había tantos sistemas, tan-

tas ciencias, podríamos casi decir, como genios bastante poderosos para concebirlas. El dominio científico era un campo cerrado donde luchaban las hipótesis, sin que nunca pudiese una de ellas triunfar seguramente de las otras.

La ciencia moderna es producida, por el contrario, mediante un trabajo colectivo al cual colaboran los talentos sencillos y todas las gentes laboriosas al lado de los hombres de genio. Lo que obliga á admitir una conclusión científica no es el ingenio, el poder de un individuo, por admirable que sea, sino la experiencia que todos pueden repetir. No se debe creer más que cuando se ha visto. Y aún no se presta confianza tampoco á los ojos que pueden engañarse sino que se comprueba lo que han registrado de un modo preciso é imparcial *los instrumentos de medida*.

La ciencia no es ya, pues, lo que *subjetivamente* ha parecido verdadero á un individuo, por genial que sea, sino lo que *objetivamente* todo el mundo se ve obligado á comprobar. Una conclusión científica no es ya la construcción imaginativa de un individuo, sino una comprobación *universal*.

6.º *Espíritu de autoridad y espíritu de libre examen: racionalismo*.—Por lo mismo que las ciencias tienen siempre por base hechos bien observados y sobre los cuales *todo el mundo está de acuerdo*, hechos *objetivos*, la autoridad de un hombre, sea cualquiera la reputación y el valor que tenga, no es una garantía para el establecimiento de una proposición científica. *La ciencia moderna está completamente fundada sobre el libre examen*. Antes de admitir una conclusión se la critica, se

le exigen sus títulos para aspirar á nuestra creencia. Solamente cuando ha proporcionado estos títulos y ha sufrido este examen crítico es considerada como legítima.

La ciencia, obra colectiva, está sometida á la crítica colectiva.

Por esto se llama también á la ciencia moderna *ciencia racional* y se dice que los sabios modernos son racionalistas. No admiten, en efecto, más que lo que su razón se ve obligada á aceptar por la experiencia ó la Lógica.

SEGUNDA PARTE

PROBLEMAS LÓGICOS

III. VALOR DE LA CIENCIA.

Los métodos de la ciencia positiva, no solamente son los únicos que nos permiten una explicación *real y verdadera* de los hechos naturales; presentan además ventajas enormes, tanto desde el punto de vista de nuestra vida material como desde el punto de vista *de nuestra vida moral*.

1.º Tienen, ante todo, una utilidad considerable gracias á las aplicaciones prácticas que han sugerido. Por lo mismo que la ciencia nos da á conocer las causas de los fenómenos, nos da medios seguros de producirlos bajo la forma que deseamos si son útiles, de suprimirlos si son nocivos. De aquí todo un conjunto de artes técnicas que no son otra cosa que la aplicación de ciertas leyes naturales: Mecánica, Física, Química industriales,

artes del ingeniero, del agricultor, del educador, del higienista, del médico, etc.

2.º La inteligencia y la razón son, esencialmente, instrumentos de síntesis. Su función consiste en reducir constantemente á la unidad datos múltiples y diversos. Todo conocimiento es una reducción á la unidad. La ciencia no es, en el fondo, más que esta reducción sintética en lo que tiene de más perfecto, puesto que introduce en todas partes el orden y la unidad, reduciendo lo particular á lo universal y lo compuesto á lo simple. Luego si nuestro espíritu quiere llegar á una idea sistemática y completa del universo—y esto es una necesidad fundamental del espíritu—podrá satisfacer esta necesidad por medio de la ciencia y sólo por medio de ella. Así, todos los sistemas racionalistas, es decir, que se preocupan ante todo por *demostrar la verdad de sus fundamentos*, en lugar de aceptarlos de la tradición ó de la imaginación, apelan al método científico.

Es la única actitud que conviene al pensamiento que trata de conocer la verdad.

3.º Pero la ciencia no es sólo indispensable para nuestra vida material é intelectual, lo es también para nuestra vida moral y social.

“Es enunciar una verdad demasiado corriente decir que las ideas mueven el mundo. Desde luego esto equivale á decir más bien lo que deberá ser y lo que será que lo que ha sido... Pero lo indudable es que la humanidad, á través de sus oscilaciones, tiende, sin cesar, á un estado más perfecto y que tiene el derecho y el poder de hacer predominar cada vez más en el gobierno de las cosas la razón sobre el capricho y el instinto .. Lo que

importa comprobar es esta incomparable audacia, esta maravillosa y atrevida tentativa de reformar el mundo conforme á la razón, de atacar todo lo que es prejuicio, aceptación ciega, uso, en apariencia, irracional... Tal es el espíritu humano en este siglo.

"Ha derribado edificios góticos contruídos no se sabe bien cómo..., después ha tratado de construir el edificio con mejores proporciones... *La ciencia y sólo la ciencia* puede dar á la humanidad aquello sin lo cual no puede vivir: un símbolo y una ley. No hay, pues, una exageración en decir que la ciencia encierra el porvenir de la humanidad, que sólo ella puede pronunciarle la palabra de su destino y enseñarle la manera de alcanzar su fin." (Renan, *Avenir de la science*, cap. II.)

La historia nos permite afirmar que el error y el prejuicio no han engendrado nunca más que el mal. La ciencia es el fundamento indispensable, porque es el único posible, de todo conocimiento y de toda acción.

4.º *Cuestión filosófica del valor de la ciencia.*—Hasta el presente hemos insistido sobre el valor práctico de la ciencia, ya sirva á las necesidades materiales, ya se aplique á la educación del espíritu, ya trate de dirigirnos de una manera imparcial y segura en las grandes cuestiones morales y sociales. Nadie niega la grandeza de sus beneficios desde este triple punto de vista. Se reconoce unánimemente que la ciencia tiene un valor práctico innegable. Pero un cierto número de filósofos han creído que el valor de la ciencia no era, en efecto, más que práctico: han definido la ciencia como un conjunto de medios cómodos para dirigirnos en el universo y actuar sobre él, pero incapaz de decirnos lo que es

la realidad sobre la cual nos permite actuar. Este sistema, llamado *humanismo* ó *pragmatismo*, se opone directamente á la significación que la gran tradición filosófica y metafísica ha dado siempre á la ciencia; se opone, sobre todo, á la ciencia tal como la entienden hoy los filósofos que pretenden ser positivos y enlazarse, en las cuestiones científicas, á la actitud de espíritu definida por Augusto Comte, Mill, Taine, Spencer y la mayor parte de los sabios. Ya consultemos á los filósofos, desde los primeros sabios de Grecia hasta Kant, ó nos refiramos al positivismo, la ciencia, como su nombre lo indica, tiene, sobre todo, por objeto, hacernos *conocer* lo real tal cual es, hacernos *saber*. Su valor es, pues, ante todo, un valor de saber y no un valor práctico. Las aplicaciones de la ciencia á las artes, á la educación del espíritu, así como á los problemas sociales, son, ciertamente, interesantes, pero no son más que la consecuencia indirecta de lo que constituye la verdadera grandeza de la ciencia: *el conocimiento de la verdad*. Los racionalistas y los positivistas dicen: "La ciencia nos es útil, *porque nos hace conocer las leyes de la naturaleza*"; en efecto: conociendo cómo pasan las cosas podemos dirigirlas á nuestra voluntad, provocarlas, corregirlas ó hacerlas desaparecer, según que nos son útiles ó nocivas.

Ya se afirme, como los racionalistas griegos ó como los del siglo XVII (Descartes, Newton, Leibniz), que la ciencia nos hace conocer la naturaleza hasta en su fondo más íntimo, ya nos limitemos, más modestamente, á decir, como los positivistas modernos y como Kant, que la ciencia nos hace conocer exactamente las relaciones que hay entre las cosas tales como aparecen á nuestros senti-

dos, *se considera, de una parte y otra, á la ciencia como dotándonos de un saber real, como capaz de alcanzar la verdad.*

A esta pretensión se oponen, sin razón, los que no quieren ver en la ciencia más que un procedimiento cómodo para actuar sobre la naturaleza.

Aunque esta cuestión sea de orden filosófico, es decir, no sea susceptible de una solución definitiva y precisa, se puede hacer notar que, si la ciencia nos da medios prácticos, seguros y fecundos para obrar sobre la naturaleza, si es útil, esto no puede ser sino porque nos hace conocer cómo ocurren las cosas en la realidad: "No se vence á la naturaleza más que sometiénndose á sus leyes" (Bacon); lo cual exige, primero, que se las *conozca*.

Se aplica á lo real porque es el conjunto, sin cesar creciente, de las leyes de lo real. Es muy difícil comprender que, procedimientos artificiales, que no tengan con la realidad analogía alguna, puedan ser aplicados con éxito á esta realidad.

La opinión que no atribuye á la ciencia más que un valor práctico, un valor de utilidad, y le niega todo valor de saber, parece, pues, al menos, muy atrevida.

IV. CLASIFICACIÓN DE LAS CIENCIAS.

Para terminar el estudio general de las ciencias, se trata de clasificarlas de modo que se pueda abordar, de un modo sistemático, el estudio de sus métodos. El sabio agrupa los hechos en familias naturales según sus analogías; el lógico, que considera, á su vez, las ciencias como hechos, debe proceder del mismo modo.

A primera vista nada es más confuso que el conjunto de nuestras ciencias: una multitud de investigaciones sobre los objetos más diversos, con los métodos más distintos, con un grado de certeza muy vario; agrupaciones que parecen poco fundadas y entrecruzamientos recíprocos. Cada sabio proporciona sus trabajos, indiferente á la sistematización general, con tal que llegue á un descubrimiento interesante.

La división del trabajo científico.—Hoy, á consecuencia de la extensión de los descubrimientos, á consecuencia también de las dificultades que se encuentran á medida que se profundiza el estudio de las cosas de la naturaleza, la división del trabajo se ha hecho absolutamente necesaria para los sabios. No solamente cada uno de ellos se especializa en la ciencia que ha elegido, sino que no estudia más que una parte mínima de esta ciencia tomada en su conjunto.

De esta división resultan ventajas innegables. El sabio especializado conoce mejor el objeto particular de su estudio, adquiere más fácilmente las cualidades necesarias para su trabajo y le es más fácil descubrir los aparatos y los medios de estudio especiales que le conducirán á resultados más fecundos. Los progresos enormes realizados durante el curso del último siglo por la ciencia y por la industria son debidos, en gran parte, á esta división del trabajo.

Sin embargo, al lado de estas ventajas hay que ver los inconvenientes. Empequeñeciendo constantemente el campo de sus estudios, el sabio acaba por no distinguir las grandes líneas de las cosas. Los detalles le ocultan las generalidades, aunque ellas sean lo que tenemos más

interés en conocer en el conjunto de los hechos naturales. Por esto, Augusto Comte quería ver crearse, al lado de los especialistas modernos, un nuevo género de especialistas que se ocupasen de las generalidades y que, en vez de quedarse acantonados en el estudio de un capítulo particular de la ciencia, extendiesen sus investigaciones á la ciencia por entero. Estos especialistas serían los filósofos. Y la primera tarea que se ofrecería á sus esfuerzos consistiría en buscar, si hay, bajo las apariencias tan múltiples, tan diversas, tan exóticas, de los trabajos de los especialistas, una unidad profunda, un plan vasto según el cual puedan ser organizados. Resolver este problema es trazar una *clasificación de las ciencias*.

A. Historia.—Durante largo tiempo, para establecer la clasificación de las ciencias, se buscó el apoyo de consideraciones ficticias.

1.º Aristóteles notó que nuestra actividad puede proponerse conocer ($\theta\epsilon\omega\rho\epsilon\iota\nu$), crear ($\pi\omicron\iota\epsilon\iota\nu$), utilizar ($\pi\rho\acute{\alpha}\tau\tau\epsilon\iota\nu$); de donde nacen tres clases de ciencias: teóricas (Metafísica, Física, Matemáticas), poéticas (Retórica, Poética, Dialéctica) y prácticas (Moral, Economía, Política). 2.º Para Bacon y d'Alembert las ciencias forman tres grupos, según que ponen en acción el razonamiento (Filosofía, Física), la imaginación (Artes y bellas Artes), la memoria (Historia).

Estas clasificaciones confusas se refieren más bien á las especulaciones filosóficas que podemos hacer con ocasión de las ciencias que á las ciencias mismas. No son más que un recuerdo histórico de una época en que ciencia y Metafísica estaban confundidas.

Se forman de la ciencia una idea muy indecisa y demasiado amplia que no puede ser aceptada hoy (la confunden con las artes técnicas y aun con las bellas artes). Además, sus principios fundamentales no están felizmente encontrados, porque contra Aristóteles se puede decir que toda ciencia es teórica puesto que no tiene otro objeto que hacernos conocer, y contra Bacon, que todas las funciones de nuestro espíritu se aplican á la vez á cada ciencia.

B. Clasificación jerárquica natural.—Las ciencias tratan de descubrir las leyes de un cierto número de hechos y estos hechos forman familias naturales; de aquí un principio simple y normal de clasificación: distinguir las ciencias por los hechos que estudian y agruparlas según las relaciones naturales de estos hechos si se puede descubrir su encadenamiento. Es lo que ensayará Ampère.

a) Clasificación de Ampère.—"En la clasificación de todos los conocimientos humanos, el filósofo debe considerar las verdades individuales (científicas) como el naturalista considera las diversas especies de vegetales y de animales...

"Los grupos en que se encuentren reunidas las verdades que tienen entre sí las relaciones más íntimas corresponderán á los géneros del naturalista y serán ciencias de último orden. Se reunirán en ciencias del orden inmediatamente precedente, como los géneros se reúnen en familias. De estas nuevas ciencias se formarán ciencias más extensas que corresponderán á los órdenes adoptados en historia natural, y así á continuación, hasta

que se llegue á dos grandes divisiones de verdades que se pueden comparar al reino vegetal y al reino animal.”

Estos dos grandes reinos son: las ciencias cosmológicas ó ciencias de la materia y las ciencias del espíritu ó ciencias noológicas; las primeras se subdividen en dos subreinos: ciencias de la materia orgánica y ciencias de la materia inorgánica; las segundas, en ciencias del pensamiento individual y ciencias sociales; cada uno de estos subreinos da nacimiento á dos ramas, y así sucesivamente.

Esta clasificación es notable, porque se apoya sobre el objeto de cada ciencia, sobre el conjunto de los hechos que estudia. Su defecto es despreciar las relaciones mutuas de las diferentes ciencias. Se perciben claramente los fraccionamientos necesarios y legítimos que el hombre se ha visto obligado á hacer en el estudio de la naturaleza, pero no se ve si hay un enlace natural entre todas estas partes y cuál es este enlace.

b) *Clasificación de Augusto Comte*.—A estos inconvenientes, á estas lagunas, pone remedio la clasificación de Augusto Comte, que parece haber establecido el principio verdadero de una clasificación de las ciencias. Se trata de determinar el orden natural de las diferentes ciencias respetando la independencia de las unas con respecto á las otras; de determinar cómo se enlazan y se completan unas á otras.

“La clasificación debe brotar del estudio mismo de los objetos clasificables y ser determinada por las afinidades reales y el encadenamiento natural que presentan, de tal suerte que esta clasificación misma sea la expresión del hecho más general manifestado por la compara-

ción profunda de los objetos que abraza. Aplicando esta regla fundamental al caso actual es, pues, según la dependencia mutua que tiene lugar efectivamente entre las diversas ciencias positivas, como debemos proceder á su clasificación.”

Esta clasificación reproducirá así el orden histórico del desenvolvimiento de las ciencias, porque este orden descansa evidentemente sobre su dependencia natural. Será una clasificación genética, pues las ciencias se han constituido poco á poco en el orden en que son clasificadas.

Falta saber—y en esto es en lo que consiste el problema de la clasificación de las ciencias—si se puede encontrar entre ellas un orden riguroso y natural de dependencia. Pero este orden existe y liga constantemente *el estudio de las propiedades más complicadas y más especiales que presenta la naturaleza al de las propiedades más generales y más simples*, de tal modo que las primeras no han podido ser estudiadas sino después de las últimas. La observación y la experiencia nos revelan una relación estrecha entre los hechos morales y los fenómenos biológicos; los fenómenos biológicos, á su vez, están ligados á factores de orden puramente químico; y la Fisiología no ha podido constituirse científicamente sino después de ciertos progresos de la Química. La Química ha seguido la misma ley: los resultados obtenidos en Física tienen una repercusión directa sobre sus progresos. La misma observación puede hacerse en Física en relación á la Mecánica, en Mecánica en relación á la Geometría y á la ciencia de la cantidad pura (Aritmética, Álgebra, Análisis).

Hay, pues, un lazo de dependencia entre las diversas ramas del saber científico: se apoyan todas las unas sobre las otras; se constituyen todas las unas con ayuda de las otras; las que se refieren á los objetos más complicados requieren los resultados de las que se refieren á objetos más simples.

El principio de la clasificación de Comte, á saber, *que las ciencias pueden clasificarse por orden de generalidad decreciente y de complejidad creciente*, es, pues, legítimo; este principio no es superficial y exterior, sino que expresa un orden natural de dependencia entre todas las investigaciones científicas y el orden histórico en el cual se han constituido las unas después de las otras.

He aquí este orden, pasando de las ciencias cuyo objeto es más simple y más general á aquellas cuyo objeto es más complejo y menos general:

Primero tenemos la Matemática, ciencia del número y de la magnitud que se encuentran dondequiera en la naturaleza y son las propiedades más simples y más universales de las cosas.

En seguida viene la Astronomía. Esta ciencia no se ocupa más que de las masas materiales que existen en el Universo: es ya un objeto menos simple y menos general que el número y el espacio puro y vacío, objetos de las Matemáticas.

A su vez, la Física es el estudio de las fuerzas de la naturaleza.

La Química es el estudio de los cuerpos particulares.

La Biología estudia solamente las transformaciones

de algunos cuerpos químicos muy complejos: los seres vivos.

En fin: la Sociología no se ocupa más que de las relaciones que pueden existir entre los hombres.

c) *Objeciones dirigidas á la clasificación de Comte y clasificación de Spencer.*—A la clasificación de Comte se han hecho las objeciones siguientes:

1.º Se olvida en ella la Psicología. Se puede responder á esta objeción que, la Psicología, tal como se la representa hoy, debe ser colocada entre las ciencias que se ocupan de los seres vivos y de sus propiedades, puesto que la conciencia es una propiedad de ciertos seres vivos, propiedad que, desde luego, tiene estrechas relaciones con ciertos fenómenos fisiológicos. La Psicología puede, pues, ser colocada con la Botánica, la Zoología, la Fisiología, etc., en el grupo de las ciencias biológicas. Augusto Comte ha definido aún muy claramente, el método que sigue en la actualidad la Psicología científica.

2.º Comte parece considerar que el objeto de una ciencia es siempre una clase de seres y, la mayor ó menor generalidad de este objeto procede de que estos seres sean más ó menos simples y estén más ó menos extendidos en la naturaleza. Pero la ciencia actual da tanta importancia, si no más, á las *relaciones* que á los *objetos*. (Comte mismo lo proclama.) Sobre la naturaleza de las relaciones consideradas por las diferentes ciencias es sobre lo que Spencer, en oposición á Comte, va á hacer descansar su clasificación.

Las ciencias tienen por objeto establecer: ya re-

laciones generales entre las cosas—ó los elementos de las cosas—, ya sus propiedades reales y particulares.

Spencer divide entonces las ciencias en tres grupos:

- 1.º Ciencias abstractas.
- 2.º Ciencias abstracto-concretas.
- 3.º Ciencias concretas.

En las primeras se trataría, según Spencer, de las formas bajo las cuales se presentan los fenómenos, pero no de los fenómenos mismos. Por formas entiende Spencer las relaciones más generales en las cuales pueden entrar todos los fenómenos, abstracción hecha de las propiedades que distinguen entre sí estos fenómenos. Las formas son, en cierto modo, los cuadros vacíos obtenidos suprimiendo por el pensamiento los objetos contenidos en estos cuadros.

Considerando, por ejemplo, las dimensiones de un campo rectangular, digo que la superficie examinada tiene 400 metros de largo por 300 de ancho. Hasta aquí he hecho la medición, me he ocupado de un hecho concreto y real. Pero si busco las relaciones que existen entre la longitud y la latitud de un rectángulo, suprimiendo por el pensamiento todo lo que yo veo, estoy ya en el dominio de las ciencias abstractas, de las Matemáticas.

Las ciencias que se ocupan únicamente de las relaciones son: la Lógica, que trata de las formas cualitativas, y las Matemáticas, que se ocupan de las formas cuantitativas.

Spencer llama ciencias abstracto-concretas aquellas que tratan de los fenómenos mismos, pero limitándose á estudiarlos en sus elementos generales y no en los

seres particulares, teatro de estos fenómenos. Son concretas porque no estudian más que elementos reales, materiales, pero son también abstractas porque no tratan de los seres formados por estos elementos. Estas ciencias son la Mecánica, la Física y la Química.

Ciencias concretas son aquellas que, sirviéndose de las indicaciones generales dadas por las ciencias abstracto-concretas, estudian los seres concretos tales como la naturaleza nos los presenta. Son la Astronomía, la Zoología, la Botánica, la Geología, la Mineralogía, la Biología, la Psicología y la Sociología.

Las objeciones hechas á la clasificación de Spencer son bastante numerosas. Primero, no se puede distinguir de un modo bastante riguroso los puntos de vista diversos desde los cuales se colocan estas diferentes ciencias. En particular las ciencias abstracto-concretas, como la Mecánica, se elevan en sus dominios á relaciones tan generales y tan formales como las relaciones que constituyen el objeto de la Lógica y de las Matemáticas.

Por otra parte, la Biología, la Psicología y la Sociología, ¿no tienen la ambición de descubrir los elementos generales que constituyen los fenómenos de la vida, de la conciencia ó de la institución social? La Biología, al menos, se coloca definitivamente, por su espíritu actual, al lado de la Física, de la Mecánica ó de la Química.

Se puede, pues, concluir que el principio de Spencer no está al abrigo de la crítica.

d) *Clasificación propuesta.*—Parece que, combinando los principios de Comte y de Spencer se llega á una

idea más satisfactoria. Y, entonces, se puede clasificar las diferentes ciencias del modo siguiente:

Se considerará las ciencias *puras abstractas*, que no estudian más que las relaciones generales determinantes de los fenómenos y las *ciencias aplicadas concretas*, que quieren explicar las formas particulares de los fenómenos, los seres distintos que la experiencia nos presenta (principio derivado del de Spencer), y, en cada una de estas dos grandes clases, se ordenará las ciencias según el principio de Comte (complejidad creciente del objeto).

Así se llega al cuadro siguiente:

I. *Ciencias teóricas, abstractas ó puras*.—1.º, relaciones que conciernen al número (Aritmética y Álgebra); 2.º, la extensión (Geometría); 3.º, el movimiento (Mecánica); 4.º, las diferentes formas de la energía (Física); 5.º, la constitución de los cuerpos (Química); 6.º, la vida (Biología); 7.º, la conciencia (Psicología); 8.º, las sociedades (Sociología).

II. *Ciencias aplicadas ó derivadas*: *Cosmografía, Astronomía, Geografía, Paleantología, Mineralogía, Botánica, Zoología, Antropología, Etnología, Historia de los grupos sociales, etc.*—Estas ciencias apelan todas á las diferentes leyes establecidas por las ciencias teóricas y explican con su ayuda los seres particulares que la naturaleza ofrece á nuestra observación. Se las puede clasificar también según los grados de generalidad de su objeto.

Desde el punto de vista metodológico es fácil ver que sólo nos interesan las ciencias teóricas, puesto que las otras son aplicaciones derivadas y secundarias de

las primeras. No hacen más que poner en práctica y por los mismos procedimientos los resultados aportados por ellas.

e) *Carácter provisional de toda clasificación.*— Cualquiera que sea la clasificación que se adopte *no es posible olvidar* que no puede tener más que un valor provisional y temporal. Los motivos de esto son los progresos continuos de las ciencias y también el hecho de que implica un problema que se refiere á una idea de conjunto de la ciencia, su naturaleza, su valor y su alcance.

¿Son todas las ciencias de la misma naturaleza? ¿tienen el mismo valor, el mismo alcance?; ó, por el contrario, ¿difieren las ciencias profundamente según el objeto que tratan?

De otro modo, ¿forma la ciencia un todo del cual las diferentes ciencias no son más que las partes, ó la ciencia no es más que una palabra abstracta, una expresión simbólica que sirve para designar investigaciones que difieren profundamente entre sí?

Esta cuestión se enlaza con otra aún más general.

¿Es la naturaleza homogénea, es decir, está formada de elementos idénticos que no forman cuerpos diferentes más que porque se combinan de diferentes maneras, ó es, por el contrario, heterogénea, de tal manera que, los diferentes grupos de fenómenos que estudian las diferentes ciencias, no tengan ninguna relación entre sí?

La primera hipótesis constituye el *monismo científico*. Según ella todos los fenómenos de la naturaleza

pueden reducirse á relaciones cuantitativas que permitan definirlos y explicarlos.

En la segunda hipótesis, por el contrario, los diferentes fenómenos no pueden ser definidos y previstos más que por medio de las fórmulas propias de cada orden de fenómenos; esta hipótesis considera que los diferentes seres que constituyen la naturaleza tienen propiedades y cualidades especiales que los diferencian y separan absolutamente. Se puede, pues, decir que, según esta última hipótesis, la naturaleza es el reino de la *cualidad*. Según la primera es, por el contrario, el reino de la *cantidad*.

Es imposible, actualmente, decidirse de un modo que excluya absolutamente la duda por una de estas dos concepciones generales.

Esta es una cuestión de tendencia. Se atribuye á Comte la tendencia monista. Él mismo ha protestado contra esta interpretación: "Cada vez—dice—que se pasa de una ciencia á otra se apela á principios nuevos; la complejidad de los fenómenos necesita la creación de principios desconocidos á las ciencias de los fenómenos más simples."

Pero, en realidad, el principio de Comte puede inclinar al monismo: se puede no ver entre los objetos de las diferentes ciencias más que una diferencia de generalidad decreciente y de complejidad creciente. Y un gran número de partidarios del monismo ha desarrollado las ideas de Comte en este sentido.

Los adversarios del monismo científico quieren ver, por el contrario, en las ciencias, un cierto número de grupos irreductibles. Las diferencias entre los fenóme-

nos de estos grupos no se deberían á una complejidad mayor ó menor, sino que serían diferencias de naturaleza.

Estos grupos serían en número de tres y constituirían así cada uno un elemento irreductible en una clasificación:

1.º Las *ciencias matemáticas*, cuyo objeto es creado por el espíritu, lo cual permite proceder en ellas sólo por medio del razonamiento deductivo, forma perfecta del razonamiento, y llegar á resultados rigurosamente ciertos y exactos, pero sin objetividad alguna.

2.º Las *ciencias de la naturaleza*, que no pueden ser cultivadas más que con ayuda del método experimental é inductivo, el cual permite alcanzar resultados objetivos pero que no son nunca más que aproximados y probables.

3.º Las *ciencias del espíritu* (ó ciencias morales y políticas), que no pueden ser más que descriptivas é históricas ó también una investigación ideal de las reglas que hay que proponer á la actividad humana (Estética, Lógica, Moral, Derecho, Política, Ciencia económica, etc.); aquí no puede hablarse de causas y de efectos, de leyes necesarias, porque la libertad humana se opone á ello.

La cuestión no puede ser resuelta aún de un modo decisivo. Sin embargo, se puede hacer notar que las ciencias tienden, cada vez más, á aplicar, en todas partes, el mismo método, caracterizado por la experiencia y la medida. Y se ve por todas partes también, en el dominio científico, que se prepara la reducción de las

leyes cualitativas á relaciones cuantitativas, lo cual daría la razón al monismo.

Pero se podría también considerar esta reducción á relaciones cuantitativas y esta unificación de los métodos, como la adopción de un lenguaje cómodo y preciso destinado á expresar las leyes naturales: el lenguaje matemático. Sin que las leyes y los fenómenos naturales, expresados por este lenguaje, sean en sí mismos de una naturaleza idéntica.

V. *Subdivisión de las ciencias teóricas en tres grupos desde el punto de vista de los métodos.*

En el estado actual de las cosas, cualquiera que sea la solución adoptada, se está obligado á comprobar, *desde el punto de vista lógico*, tres métodos principales que, según que son más ó menos seguidos en una ciencia dada, permiten dividir las ciencias en tres grupos que, quizás, como creen los monistas, ni son definidos ni están estancados.

1.º, en las *ciencias llamadas matemáticas* los elementos son, por decirlo así, conocidos inmediatamente; por tanto, se procede en ellas casi únicamente por *deducción*; y el análisis inductivo no parece representar en ellas papel alguno; tales son la Aritmética, el Algebra, la Geometría, la Geometría analítica, el Análisis, la Mecánica, la Física matemática; 2.º, en las otras ciencias, el análisis inductivo es largo y difícil, de tal modo que acapara los esfuerzos de los sabios; estas ciencias forman, pues, un segundo grupo que se puede llamar el de las *ciencias inductivas*, porque la deducción no representa aún más que un papel restringido y que se opone á las ciencias matemáticas ó deductivas.

desde el punto de vista de los procedimientos metodológicos. Este grupo se subdivide también en dos subgrupos: a), el grupo de las *ciencias de la naturaleza*, en el cual *los hechos nos son dados inmediatamente* y podemos observar y experimentar *directamente*; b), el grupo de las ciencias morales (Psicología y Sociología), en el cual nos vemos obligados á *reconstituir los hechos* y en el cual, por consiguiente, no podemos observar y experimentar más que *indirectamente*. Esta división traza el plan de nuestros estudios lógicos, puesto que no nos proponemos estudiar las ciencias, sino sus métodos.

CAPITULO V

Nociones sumarias sobre la historia del método y del desenvolvimiento de las ciencias matemáticas.

- I. *Definición de las ciencias matemáticas* (ciencias de la extensión, del número y del orden).—II. *Orígenes de la noción de espacio geométrico*.—III. *Orígenes de la noción de número*: A, *Noción de unidad*. B, *Noción de colección*. La numeración.—IV. *Prehistoria de la Geometría*.—V. *Prehistoria de la Aritmética*.—VI. *El método matemático en los antiguos pueblos de Oriente*.—VII. *Desenvolvimiento de las Matemáticas entre los griegos*. *Constitución de la Geometría como ciencia racional*.—VIII. *Constitución científica de la Aritmética y del Álgebra*: A, *Aritmética y Álgebra de los griegos, todavía precientíficas*. B, *Los indos y los árabes: la Aritmética se convierte en una ciencia sistemática*. C, *Aparición de los diferentes signos en el cálculo*. D, *Viète, el Álgebra se sistematiza*. E, *Stévin y la mecánica racional*. F, *El cálculo infinitesimal*.—IX. *Conclusión*.

I. DEFINICIÓN DE LAS CIENCIAS MATEMÁTICAS.

Se define de ordinario las Matemáticas, como toda ciencia, por su *objeto*, es decir, la extensión (Geometría), el número y el orden (Aritmética, Algebra, Análisis infinitesimal). Ya se trate de la extensión, del número ó del orden, las Matemáticas consideran las *magnitudes* ó *cantidades* (siendo las magnitudes lo que es

susceptible de aumentar ó de disminuir), *concretas ó continuas* (magnitudes *geométricas*), *discretas ó discontinuas* (magnitudes *numéricas*). Las Matemáticas son, pues, de un modo general, las *ciencias de la cantidad*. En fin, como toda ciencia no se refiere más que á las relaciones y las relaciones cuantitativas son *mensurables*, se define algunas veces las Matemáticas: las ciencias de la medida.

Las ciencias matemáticas, en su estado actual, se caracterizan de un modo grosero y superficial tal vez, pero que se presta, por esto mismo, muy fácilmente á determinarlas, diciendo que la experiencia no interviene, al menos de un modo directo, en su desenvolvimiento. Dados las definiciones y los axiomas que el espíritu parece establecer por sí mismo, se deduce de ellos, gracias al razonamiento, todas las consecuencias posibles, y este conjunto de deducciones es lo que constituye lo que llamamos las ciencias matemáticas.

Pero, en la antigüedad, el objeto de las Matemáticas estaba lejos de ser tan abstracto y tan racional como hoy. Por consiguiente, los métodos que se empleaban en las ciencias matemáticas parecen haber sido muy diferentes de los métodos que las caracterizan actualmente.

II. ORÍGENES DE LA NOCIÓN DE ESPACIO GEOMÉTRICO.

Los primeros gérmenes de una noción geométrica del espacio nos son verosímilmente proporcionados por los dibujos que encontramos en las cavernas de la edad del reno, es decir, aproximadamente seis mil años a. de C.; en ellos encontramos, en efecto, la noción concreta de la similitud.

La idea de espacio geométrico es aún muy imperfecta, porque todos los dibujos de esta época, y aún de épocas mucho más próximas á nosotros, del mismo modo que los dibujos de los salvajes actuales, no muestran idea alguna de la perspectiva.

La idea de extensión aparece aquí como una cosa completamente concreta. Sin embargo, existe ya un comienzo de abstracción, puesto que se desprecia la magnitud real de las figuras para no conservar más que las relaciones de sus partes. Entre los egipcios encontramos progresos muy reales en la idea de similitud. En una cámara funeraria cuya decoración no está acabada se ve que, para trasladar al muro la imagen de un dibujo cuyo original tenía á la vista el artista, ha dividido la muralla y el modelo en un cierto número de cuadrados por medio de un sistema de paralelas. Aquí, el análisis abstracto de la extensión concreta, la noción de relación de posición entre las diferentes partes de un objeto, están notablemente precisadas. Desde luego, los pueblos que fueron, como los egipcios, grandes constructores, debían necesariamente interesarse por la Geometría, que les proporcionaba el medio de dibujar de un modo exacto sus planos. Uno de los factores más importantes del desenvolvimiento de la Geometría es también la necesidad en que los pueblos primitivos se encontraban de medir y de dividir la tierra para distribuir las parcelas; las primeras formas de la propiedad son, casi en todas partes, colectivas.

Entre los egipcios en particular, por lo difícil que hacían las inundaciones la delimitación estable para marcar las divisiones entre las propiedades, se llegó á

fijar ciertos puntos y á deducir de ellos, por consideraciones geométricas, los límites de las diferentes propiedades.

Una tercera razón de los progresos de la Geometría fué la necesidad de conocimientos geométricos para orientarse siguiendo los astros y para determinar, sobre una esfera, la posición del sol, de los planetas y de las estrellas según la época, estando la esfera dividida según el número usual de los días del año (de donde procede nuestra división actual de los ángulos en torno de un punto en 360 grados).

III. ORÍGENES DE LA NOCIÓN DE NÚMERO.

Las primeras nociones concernientes al orden y al número parecen remontarse muy alto en la historia del hombre. Tal vez también ciertas especies de animales son susceptibles de contar en límites extremadamente restringidos, 3 ó 4 por ejemplo; esto parece resultar de observaciones hechas por naturalistas. “Una experiencia conducida con método por Romanès ha mostrado que, un chimpancé, puede contar hasta 5, distinguir las palabras que designan 1, 2, 3, 4, 5 y, cuando se le manda, presentar las briznas de paja correspondientes. Hay en esto una forma de numeración concreta poco menos que indiscutible”; en el hombre primitivo, la operación conserva esta apariencia concreta: contar es, simplemente, percibir una pluralidad sin que la abstracción éntre en ello para nada, lo cual está muy lejos de la noción que, actualmente, tenemos del número. “El número, bajo su forma abstracta y tal

como resulta de una elaboración secular, consiste en una colección de unidades semejantes ó reputadas como tales." Implica, pues, dos nociones más simples: la de *unidad* y la de *colección*.

A. Noción de unidad.—La noción de unidad parece tener su punto de partida en la experiencia, primero bajo una forma concreta. "Aunque pueda entrar en la conciencia por muchas puertas, algunas psicológicas, se ha atribuído su origen, sin razones legítimas, á un modo determinado de percepción externa ó aun interna que se ha elegido con excepción de cualquiera otro." Para los unos es el tacto; allí donde hay plenos y vacíos, donde hay discontinuidad, se apercibe una pluralidad y se tiene la idea de numerar, es decir, de contar, por cada discontinuidad, una unidad nueva. Para otros es la vista: la percepción de imágenes simultáneas deja entre sí lagunas en el campo visual y reemplaza así la operación del tacto. Para otros, en fin, las sensaciones sonoras son las que, separadas por intervalos de silencio, han dado al hombre la idea del número y la unidad.

"En oposición á los que buscan la idea de unidad en los acontecimientos exteriores están los que la atribuyen á la pura experiencia interna. Se ha sostenido que la conciencia de nuestro yo es el prototipo de la unidad aritmética. Pero parece que esta noción, de formación muy tardía, no es semejante, en tanto que unidad, á la unidad aritmética."

La tesis de James es muy superior á éstas: "El número parece significar primitivamente los diferentes actos de nuestra atención cuando tratamos de distinguir

las cosas. Estos actos quedan en la memoria en grupos, grandes ó pequeños, y los grupos pueden ser comparados entre sí." (James: *Psychologie*, t. II, pág. 263.)

Así, la idea de unidad, emanaría de nuestra experiencia íntima y sería el resultado de una abstracción espontánea por la cual aislaríamos nuestros actos sucesivos de atención, de las cosas, de los objetos á los cuales prestamos atención.

Sea lo que quiera de estas teorías, se puede decir que, en el origen, no hay percepción clara de la unidad primero, de la pluralidad después, ó viceversa.

"Hay un estado confuso, indefinido, de donde sale la antítesis de lo continuo y de lo discontinuo, equivalente primitivo de la unidad y de la pluralidad. Han sido necesarios siglos para llegar á la noción precisa de la unidad abstracta tal como ha existido en el espíritu de los primeros matemáticos, y esta noción es el resultado de una descomposición y no de un acto directo é inmediato de posición." (Según Ribot, *Evolut. des idées génér.*, págs. 106 y sigs.)

B. La noción de colección. La numeración.—Al mismo tiempo, pues, que se constituye la idea de unidad, se forma la idea de colección; su síntesis da la idea de número, que es una colección de unidades.

Reunir, coleccionar unidades de un modo preciso, es decir, contarlas, numerarlas, es la operación que se llama numeración. Se llama cardinal cuando se trata de saber de un modo preciso cuántas unidades encierra la colección; ordinal, cuando se trata además de ordenar todos los términos que componen la colección asignando á cada uno un puesto. Parece que el número cardí-

nal, es decir, la idea de simple colección, debe haber precedido á la idea de número ordinal, es decir, á una organización en serie, según una ley determinada, de todos los términos de la colección. En todo caso, lógicamente, esta última idea parece más compleja.

La historia de la numeración parece confirmar la naturaleza experimental de la noción de número, *al menos en su origen*, porque, como la idea de unidad, la idea de colección parece una sugestión de la experiencia.

La idea de colección es, primero, una representación vaga é indeterminada. Se apoya principalmente sobre la extensión, es decir, sobre el lugar ocupado en el espacio por el conjunto considerado. Según que este espacio es percibido como mayor ó menor, la colección parece también más ó menos numerosa. Acerca de esto existen experiencias muy curiosas de Binet: si se extiende delante de una niña de cuatro años que no sepa leer ni contar, grupos, el uno de 15, el otro de 18 fichas de la misma magnitud, colocadas aproximadamente á la misma distancia las unas de las otras en cada grupo, la niña reconoce rápidamente el grupo más numeroso. Si las fichas que componen el más numeroso son más pequeñas que las que componen el otro, la niña se engaña constantemente; cree que el grupo en que las fichas son más grandes, pero menos numerosas, encierra un número mayor que el otro.

“Este hecho no puede explicarse más que suponiendo que la niña aprecia según la extensión, no según el número; según la percepción de la magnitud continua y no

según la de la magnitud discontinua." (Ribot: *Evolution des idées générales*, pág. 45.)

Así tenemos, quizá, la explicación de que la Aritmética y el Álgebra se hayan desarrollado, en sus comienzos, bajo una forma geométrica. Al número, á la colección, les ha costado mucho trabajo desprenderse de las extensiones ocupadas por los objetos que se trata de contar.

Desde luego, todo lo que sabemos de la numeración nos muestra que el número no existe sin un soporte imaginativo, y en estos soportes imaginativos es donde es preciso, quizá, buscar el origen de los diferentes sistemas de numeración.

En un gran número de salvajes, actualmente, los nombres de los números se confunden con los nombres de los dedos (de donde procede probablemente el origen de la numeración decimal). El vulgo cuenta aún en todas partes por los dedos.

Los babilonios han tenido un sistema de numeración muy curioso. En una tablilla encontrada recientemente y que data lo menos de mil seiscientos años. si no es de dos mil trescientos antes de nuestra Era, se encuentran los cuadrados de los números enteros hasta 60. Estos cuadrados están indicados, para los siete primeros números, por los signos que corresponden exactamente á 1, 4, 9, 16, 25, 36, 49. Pero en seguida se encuentra 14 para el cuadro de 8 y 121 para el cuadro de 9, etc... Es evidente que el sistema de numeración ha cambiado bruscamente y que la primera cifra á la derecha representa 60 por unidad. Llegamos, pues, bruscamente, á una numeración sexagesimal que se deriva sin

duda de la numeración duodecimal. Este hecho parece poderse interpretar de la manera siguiente: Los babilonios, como la mayor parte de los pueblos, han contado por los dedos: una mano debía significar 5; dos manos, 10; un hombre, 20. Para los números usuales, en gentes que tienen una gran dificultad para concebir grandes números, esta numeración figurada es muy suficiente. Pero, á medida que la civilización progresa, las medidas que se está obligado á hacer exigen la formación de números más considerables.

Pero los babilonios han sido astrónomos notables. La numeración astronómica tiende á descansar naturalmente, ya sobre el número de los días de una luna, que se estimaba entonces de 30; ya sobre el número de lunas del año, que se estimaba entonces de 12; ya sobre el número de los días del año, estimados en 360.

De aquí un sistema de números que admite por divisor 6 ó 12. Entonces se forma, para los cálculos astronómicos, es decir, para los grandes números, una numeración duodecimal que nosotros mismos hemos conservado para el calendario y la hora.

Es muy probable que, aceptando como base 12 y considerando cuántas veces una mano, que era la base de la numeración vulgar, puede comprender períodos duodecimales, se llegó á esta base de 60.

Esta numeración sexagesimal llegó á ser la numeración relativa á los números demasiado elevados para que pudieran ser contados fácilmente por los dedos.

El interés principal de esta numeración babilónica para la historia de las Matemáticas, consiste en mostrar cómo la numeración, para desarrollarse, necesita estar

apoyada sobre intuiciones imaginativas. No se puede ni aun pensar las relaciones numéricas de un modo puramente abstracto. Esto explica también que, para todos los pueblos de Oriente, en el lenguaje griego y en el chino vulgar contemporáneos, el número 10.000 representa el infinito.

Es preciso también notar que, salvo entre los babilonios, no se ve aparecer, para representar los números, un principio multiplicativo (numeración de posición): aún entre los griegos y entre los romanos la numeración es puramente aditiva, es decir, que basta adicionar los signos que forman un número para tener el valor de este número. Entre los babilonios, la numeración sigue siendo aditiva por bajo de 60, pero, por encima, acabamos de ver un sistema de numeración donde el valor de los signos proviene del lugar que ocupan y debe ser multiplicado por 60, en cada orden sobre la derecha, para dar el verdadero valor del número. Este principio es el que, desarrollado por los árabes, conducirá á nuestro sistema de escritura actual, sistema en el cual el valor de las cifras depende de su lugar, pero según una regla mucho más simple que entre los babilonios. La multiplicación es, en efecto, una operación abstracta que es muy difícil imaginar bajo una forma concreta. Así, en las matemáticas primitivas, esta operación es, aproximadamente, desconocida y se la reduce á adiciones sucesivas. Aquí también vemos que las Matemáticas primitivas son muy poco abstractas y no proceden más que con el auxilio de representaciones empíricas. La escritura de un número recuerda siempre una colección de objetos añadida á otras colecciones de objetos y no

es la aplicación de una regla general abstracta, como en la matemática moderna.

IV. PREHISTORIA DE LA GEOMETRÍA.

Como se ha visto, la Geometría fué el primer conjunto de conocimientos que se trató de un modo científico. Como ciencia constituída, precedió á la Aritmética y al Álgebra, sin duda porque permanece más cerca de la experiencia que la Aritmética y necesita un esfuerzo menor de abstracción y de análisis.

Aún hoy se distingue la solución geométrica de un problema de su solución algebraica por el hecho de que la solución geométrica apela siempre á una intuición imaginativa. Se puede decir que la Geometría completamente abstracta, data solamente del siglo XVII porque sólo en la Geometría analítica de Descartes se puede razonar algebraicamente sin operar una construcción figurada.

Lo mismo entre los babilonios que entre los egipcios, los conocimientos geométricos se reducen á algunas consideraciones experimentales muy aproximadas. Los babilonios y los hebreos estiman que la relación de la circunferencia con su diámetro es igual á 3. Los egipcios consideran que la superficie de un triángulo es el producto de la mitad del lado mayor por el menor. No hay método alguno racional de demostración para todas las proposiciones geométricas.

“Entre los egipcios era bastante usual calcular la superficie de un cuadrilátero de lados A, B, C, D, con la fórmula inexacta $(\frac{A+C}{2}) (\frac{B+D}{2})$, y el área de

un triángulo de lados A, A', B, con la fórmula $\frac{A \times B'}{2}$ ” (Zeuthen, *Histoire des mathématiques*, vol. I, pág. 9); los egipcios calculaban la superficie de un círculo de diámetro D por la fórmula $(\frac{8}{9}D)^2$, lo que da $\pi=3,16$.

Una propiedad, que Pitágoras demostrará después en toda su generalidad, era conocida por los egipcios, los chinos y un gran número de pueblos antiguos: la propiedad de la hipotenusa de un triángulo rectángulo, cuyo cuadrado es igual á la suma de los cuadrados de los otros dos lados; pero no era conocida más que en un caso completamente particular, lo cual muestra muy bien cómo las primeras nociones geométricas fueron primero simples observaciones experimentales. Se había notado que, formando un triángulo cuyos lados fuesen respectivamente iguales á tres, cuatro y cinco longitudes iguales, el ángulo opuesto al mayor de los lados era recto. Los agrimensores y los constructores realizaban esta disposición por medio de una cuerda y de tres pies de madera.

“Se encuentra ciertamente ensayos de perpendiculares y de paralelas desde la infancia misma de las civilizaciones; entre los pueblos más desarrollados se ha construído seguramente estas líneas por medios mecánicos”, es decir, con ayuda de una Geometría empírica. Las ornamentaciones en que se empleaban de una manera ó de otra los exágonos regulares prueban que se conocía la construcción simple de esta figura... Pero, por el contrario, en pueblos de cultura bastante elevada se buscaría en vano el empleo del pentágono y del decágono regular, figuras cuya construcción es bastante complicada...” (Idem.)

V. PREHISTORIA DE LA ARITMÉTICA.

Los pueblos en los cuales encontramos ya claramente una concepción abstracta del número y de las primeras operaciones que se puede hacer con los números son los egipcios, los caldeos, los asirios y los fenicios. Estos pueblos parecen haber cultivado la ciencia matemática más que cualquiera otro de la antigüedad anterior á la civilización griega. Pero no hay que creer que sus matemáticas se asemejan á las nuestras.

En general, su numeración es muy limitada. Esto prueba que, aún en estos pueblos de civilización ya superior, cuesta un trabajo enorme concebir un número que exceda los que se puede encontrar en la experiencia concreta. Si pasamos de los números mismos á las operaciones que se puede hacer con ellos, llegamos á una apreciación completamente semejante. Todos estos pueblos encuentran una gran dificultad en operar sin imaginar, es decir, en operar sin que las operaciones se refieran á objetos dados en la experiencia. Los chinos y los indios se sirven para multiplicar de *abaques*, es decir, de cuadros donde las unidades están representadas por señales. Se sabe también que, los mismos romanos, cuando no estaban muy cultivados, no podían contar más que por medio de piedrecillas.

Dificultades del mismo género han retrasado considerablemente la invención de las reglas generales para operaciones un poco complejas, tales como la división, la multiplicación. Se las redujo á adiciones ó sustracciones sucesivas.

Entre los egipcios, á pesar de estar muy adelantados

en relación á otros pueblos de la antigüedad, no se contaban fracciones que tuviesen por numerador una cifra distinta de la unidad, salvo $\frac{2}{3}$ y $\frac{3}{4}$, porque se puede concebir fácilmente que se divida una cosa en muchos trozos y que se tome uno de estos trozos para considerarle aparte; pero es preciso una facilidad de abstracción mucho mayor para concebir que se pueda adicionar, sustraer, multiplicar, dividir por medio de fracciones de la unidad, lo cual trae consigo que no se permita entrar en los cálculos más que fracciones que tengan por numerador la unidad. Aún actualmente, á los alumnos les cuesta trabajo comprender cómo se puede multiplicar ó dividir por una fracción. No *imaginan* la operación.

De todos los vestigios que estos pueblos nos han dejado de sus matemáticas se puede concluir esto: nos presentan un gran esfuerzo para llegar á aislar las relaciones numéricas de las experiencias concretas que dan ocasión para descubrirlas, pero este esfuerzo es, frecuentemente, infructuoso. Este aislamiento era, sin embargo, la condición necesaria de los progresos matemáticos, porque era preciso poder concebir los números de un modo ideal y abstracto para descubrir las leyes generales á las cuales estaban sometidos estos números y para formular las operaciones generales que se les podía hacer sufrir. Así, en todo este período, una operación un poco complicada es aún reducida á una serie de operaciones más simples ó sigue siendo irrealizable.

VI. EL MÉTODO MATEMÁTICO

ENTRE LOS ANTIGUOS PUEBLOS DE ORIENTE.

Ya examinemos el origen de la noción de número y las primeras formas de la numeración, ya tratemos de descubrir el origen de la noción de espacio geométrico homogéneo é infinito, ya busquemos, en fin, en los escasos documentos que poseemos, los primeros rudimentos de las Matemáticas, parece que podemos enunciar esta conclusión: las Matemáticas han sido en su origen una colección de observaciones empíricas muy mal y solo aproximadamente establecidas. La exactitud, el rigor que hoy caracterizan á estas ciencias no aparecen en modo alguno en este período. Esta conclusión es la comprobación de un hecho.

Si buscamos la causa de esto podemos encontrarla, primero, según parece, en la impotencia del espíritu humano para elevarse á las formas superiores de la abstracción, á lo que los psicólogos llaman los *abstractos superiores*, es decir, á nociones que no pueden imaginarse, porque no son más que relaciones. Ahora bien, una relación no se puede concebir más que con ayuda de una definición, y esta definición no pone en juego imagen alguna, sino palabras y signos que, por sí mismos, no tienen relación alguna con un objeto representable. La imposibilidad de pensar *relaciones*, aún las más *simples*, independientemente de las cosas concretas, es lo que impide á las matemáticas tomar la forma que revestirán más tarde.

En todo el período que hemos examinado y que se puede calificar de precientífico, no vemos más que ope-

raciones hechas sobre los objetos reales y sobre sus imágenes. No vemos más que espíritus absortos en lo concreto y que no pueden *comprender* más que á condición de *ver* una forma concreta.

Una segunda razón, muy semejante á la primera, para explicar el aspecto de las Matemáticas en todo este período, es que, la inteligencia humana, no trabaja más que para buscar resultados prácticos. Es la necesidad lo que crea las primeras invenciones relativas al cálculo, á la Geometría ó á la Astronomía. Para poder cambiar y contar objetos es para lo que se estudia la Aritmética. Para poder medir la tierra se estudia Geometría. Se estudia Astronomía para poder orientarse y medir el tiempo. La ciencia no tiene, pues, en ningún momento, el aspecto de investigación desinteresada que parece tan manifiesto en las matemáticas de hoy día. Además se confunde con las técnicas.

Y como las técnicas, en los pueblos primitivos, son extremadamente semejantes á los ritos religiosos y á ciertas fórmulas mágicas, no es de admirar que, en todo este período y aún en medio de la civilización griega, se encuentre una asimilación extraña, incomprensible para nuestros cerebros modernos, entre los números, las figuras geométricas y ciertas virtudes religiosas ó mágicas.

Si tratamos de representarnos, con todas las reservas que trae consigo un propósito semejante, investigaciones muy próximas á nosotros que presentan caracteres análogos, parece que es posible citar la Alquimia en la Edad Media y la Medicina hasta el siglo XIX.

Encontramos, en efecto, la misma mezcla del punto

de vista científico y del punto de vista utilitario; el alquimista no busca la constitución de los cuerpos, trata de obtener oro; el médico del siglo xvi no trata, como el biólogo moderno, de constituir una ciencia rigurosa de los fenómenos de la vida. Trata directamente de curar de un modo empírico. Se encuentra también una relación estrecha entre ciertas creencias religiosas ó ciertos ritos mágicos y la Alquimia ó la Medicina antigua. Entonces, ¿no se puede concluir que las Matemáticas, en su origen, se asemejan estrechamente á todas las otras ciencias consideradas en el mismo período? Aún en las partes que parecen más científicas, como la numeración de los babilonios, la Aritmética y la Geometría de los egipcios, los resultados aproximados que se encuentran en ellas recuerdan, por su forma general, las leyes aproximadas de nuestras ciencias experimentales.

VII. DESENVOLVIMIENTO DE LAS MATEMÁTICAS ENTRE LOS GRIEGOS. CONSTITUCIÓN DE LA GEOMETRÍA COMO CIENCIA RACIONAL

De todo lo que precede parece que se puede concluir que la evolución histórica de las Matemáticas ha ido constantemente de lo concreto hacia lo abstracto, de la intuición empírica hacia la constitución racional, de los hechos particulares á la concepción abstracta de sus relaciones y de la investigación utilitaria hacia la investigación exacta y desinteresada. Es cuestión que hay que resolver si, en esta evolución, las Matemáticas se han transformado hasta el punto de romper com-

pletamente con sus orígenes experimentales ó si conservan siempre algo que las enlaza á sus primeros pasos. Esta cuestión constituye el problema del idealismo y del empirismo matemáticos, el primero de los cuales adopta la primera solución y el segundo la última. Pero, en todo caso, desde el punto de vista histórico, parece difícil representarse de otro modo el desenvolvimiento de estas ciencias.

Con la civilización helénica vemos aparecer por primera vez un esfuerzo de abstracción bastante poderoso para dar á las Matemáticas su forma moderna, para sustituir á la consideración de los hechos particulares la de sus relaciones abstractas y generales.

Los griegos han visto que, cuando se tiene una base bastante segura y bastante sólida, conviene sacar de estas premisas, que se han hecho inquebrantables, todas las conclusiones que permiten, lo más rápida y rigurosamente que sea posible. Para esto importa desembarazarse de las imágenes concretas y operar sobre signos abstractos según procedimientos que no permitirán la introducción del error, esto es, según procedimientos conformes á las exigencias de la razón. Para resumir este nuevo período que comienza en la evolución de las ciencias matemáticas se puede decir que todos los esfuerzos van á tender á racionalizar el objeto de estas ciencias y á llegar lo más lejos posible en la abstracción; lo cual no quiere, quizá, decir que las Matemáticas se reducirán simplemente á la Lógica y abandonarán, al fin, toda intuición concreta, sino que las Matemáticas harán todos los esfuerzos posibles por reducir la parte de la intuición. No hay que admirarse

de que los griegos, que fueron los creadores de la Lógica, hayan sido también los creadores de las Matemáticas. Lo uno no podía ocurrir sin lo otro.

La Geometría se hizo entonces *ciencia positiva*, haciéndose *ciencia racional*. Las relaciones que se establecen entre los objetos por consecuencia de su situación en el espacio; las relaciones que unen tales porciones de la extensión, tales figuras, con los elementos que las condicionan, en resumen, las propiedades del espacio y de las partes limitadas del espacio, son reducidas á un pequeño número de relaciones elementales de donde se las puede deducir, en seguida, sistemáticamente. Estas relaciones son las *razones* de relaciones más complejas que pueden, así, ser explicadas como sus consecuencias y sus resultantes. Estas últimas, á su vez, permiten dar cuenta de relaciones aún más complejas, y así á continuación.

La Geometría se presenta entonces como un encadenamiento que parte de algunas relaciones simples, puestas como proposiciones preliminares, como *principios* (*definiciones* y *axiomas*) y va, de lo próximo á lo próximo, dando razón de propiedades cada vez más complejas. Este encadenamiento de razones y consecuencias, que satisface completamente nuestra curiosidad, porque explica la consecuencia por la razón y la explica de un modo riguroso y lógico arrastrando consigo la adhesión completa de nuestro espíritu, es el *método racional*. Si se entiende por *conocimiento positivo* un conocimiento sólido, que sabe aportar sus títulos á nuestra confianza y no apela más que á la razón, esta ciencia racional es, por esto mismo, una *ciencia positiva*.

Cabe admirarse de que las Matemáticas se hayan hecho positivas cuando han abandonado el método experimental por el método racional, puesto que, como se verá después á propósito de las otras ciencias, éstas se hacen positivas sometiéndose á un método *á la vez* experimental y racional, en el cual lo racional traduce lo experimental.

Pero se puede salvar esta objeción de dos modos: ó suponiendo, como los *idealistas*, que las Matemáticas no tienen su fundamento en la experiencia sino en nociones del espíritu, en cuyo caso, puesto que la experiencia no representa papel alguno, el método positivo no es sino el método de deducción racional; ó, admitiendo, como los *empíricos*, que las Matemáticas tienen una base experimental; en este caso es preciso reconocer que, esta base, es *extremadamente restringida*. Se reduce á hábitos poco numerosos que casi inconscientemente ha contraído el hombre desde los tiempos prehistóricos y cuya historia acabamos nosotros de hacer: nociones de espacio y de número, de línea, de superficie, de volumen, de posición (ó punto), de distancia y algunas relaciones simples implícitas en estas nociones ó construídas con su auxilio. Así, una vez fijada esta base de un modo inquebrantable, se podría inmediatamente, y sin apelar á experiencias precisas, operar de un modo exclusivamente racional. Las Matemáticas tienen un objeto tan simple que su representación experimental está, en cierto modo, constantemente presente al espíritu y no se tiene necesidad de apelar á ella de un modo explícito.

La Geometría, así constituida, se desenvolverá de

un modo normal. No sufrirá ya profundas modificaciones, salvo las que se deben á Descartes al crear la Geometría analítica. La Geometría analítica, desde luego, es el resultado de un nuevo esfuerzo de abstracción. Es el último paso dado en el camino de la racionalización de la ciencia geométrica, lo cual explica que este descubrimiento no fuese posible más que con un Álgebra ampliamente constituida. El Álgebra hace caso omiso, en Aritmética, de las cantidades numéricas definidas; la Geometría analítica hace caso omiso, en Geometría, de las construcciones figuradas definidas. Reduce todas las magnitudes geométricas á magnitudes algebraicas, de modo que, razonando algebraicamente, podamos demostrar todas las propiedades geométricas que encontramos en la Geometría ordinaria, y reduce también el número de los principios de que partimos dando más unidad sistemática á la ciencia. Descartes llega á este resultado introduciendo en Geometría un método nuevo y haciendo de este método una aplicación universal: el *método de las coordenadas*. Todo punto de un plano puede ser definido por su distancia á dos líneas que se cortan perpendicularmente en este plano, en el sistema de las coordenadas rectilíneas ó á una distancia y un ángulo en el sistema de las coordenadas polares. Puesto que toda figura geométrica plana puede ser definida por puntos, puede ser representada por un sistema de magnitudes algebraicas que representan las distancias de estos puntos á los ejes tomados por orígenes. Para la Geometría del espacio basta introducir una tercera coordenada tomando, por ejemplo, para

origen en el sistema de coordenadas rectilíneas, un triédro rectangular.

VIII. CONSTITUCIÓN CIENTÍFICA DE LA ARITMÉTICA Y DEL ÁLGEBRA.

A). *La Aritmética y el Álgebra de los griegos es aún precientífica.*—El espíritu humano no pudo hacer de la noche á la mañana el esfuerzo de abstracción que le permitió racionalizar casi completamente la ciencia matemática. Este esfuerzo persiste durante toda la civilización griega y no termina completamente con esta civilización. En efecto: no parece que los griegos hayan podido concebir el número puro sin una intuición geométrica y las relaciones del número sin las relaciones aún concretas de la extensión: lo cual explica que, aun siendo notables geómetras, fuesen muy pobres aritméticos y algebristas. Así, casi todas las cuestiones numéricas las resolvían de un modo geométrico; la teoría de los números, en Euclides, es por completo geométrica. No ven verdaderamente bien las relaciones numéricas más que cuando se las *representan* de un modo *geométrico*.

Diofanto (325-409 d. de C.) pasa por el inventor del Álgebra; en sus escritos vemos que, por primera vez, hácese omisión claramente de las representaciones geométricas de las magnitudes cuando su valor numérico es desconocido. Representa los números que se buscan por letras y escribe la indicación de los cálculos que sería preciso efectuar para verificar sus valores si se los conociese. Por este medio obtiene relaciones entre las

cantidades conocidas y las desconocidas; conduce estas relaciones á formas equivalentes, á ecuaciones, por las cuales los valores de las desconocidas son puestos en evidencia. Este método es el método algebraico. Pero hay que notar que está aún grandemente impregnado de empirismo en sus aplicaciones. Para que un método de este género pueda ser constituido de un modo exacto y definitivo es preciso, necesariamente, que se haya imaginado un sistema de signos apropiado á los servicios que debe prestar. Pero nada semejante se encuentra en el Álgebra de Diofanto y sus sucesores. El simbolismo operatorio se desarrollará de un modo completamente empírico, según las necesidades y las circunstancias, y nadie pensará en buscar un sistema único que pueda, no solamente prestarse á todas las aplicaciones que se espera, sino que sea bastante simple, bastante dúctil y bastante preciso para sugerir aplicaciones nuevas. Esto se debe evidentemente á un *poder de abstracción insuficiente*.

B). *Los indos y los árabes: la Aritmética se convierte en ciencia sistemática.*—Gracias al sistema de numeración que inventaron los indos, sistema de numeración del cual procede el nuestro, la Aritmética se transforma en ciencia positiva y racional. Estos trabajos parecen remontarse á trescientos años después de Jesucristo; pero fué, sobre todo, entre 1100 y 1200 cuando la Matemática india llegó á establecer aproximadamente la teoría del cálculo. El sistema de la posición, que asigna, en la numeración, un valor á cada cifra según el lugar que ocupa, las reglas del cálculo que á esto se añaden y que se han convertido en las

reglas de nuestras cuatro operaciones, son enunciadas claramente en la Matemática india. La cifra 0, muy importante en este sistema de numeración, se encuentra ya en las obras del siglo v después de Jesucristo, y significa un esfuerzo poderoso de abstracción. Es verosímil que los árabes, desde la Edad Media, hayan debido mucho á la Matemática india. En todo caso, es innegable que, al fin de la Edad Media, los occidentales están en posesión de un sistema de numeración eminentemente práctico que es también racionalista y, en su género, tan abstracto como lo es en el suyo el sistema de representaciones geométricas de los griegos.

Gracias á este sistema, el objeto de la Aritmética y del Algebra se ha hecho también transparente para la razón; se puede salir del empirismo de los casos concretos y particulares en los cuales estaban confinados los griegos, y aun los indios hasta cierto punto, para construir una ciencia sistemática y general.

C). *Aparición de los diferentes signos en el cálculo.*—A partir de este momento aparecen los diferentes signos que simbolizan las operaciones más generales: los signos $+$ y $-$, que se remontan al siglo XIII y se han vulgarizado en Alemania hacia el siglo xv; el signo de la igualdad, que no será realmente adoptado sino hacia el siglo XVIII.

Los orígenes del exponente, introducido bajo su forma actual por Descartes en 1637, se remontan á más allá del siglo xiv, puesto que encontramos el exponente negativo en el siglo xv y el exponente fraccionario en el xiv. La notación cifrada para los radicales es posterior, del mismo modo que el uso de los paréntesis para

someter todos los términos de un polinomio á la misma operación. Los signos de la multiplicación y de la división no aparecen hasta el fin del siglo XVII.

Estos signos son interesantes, porque su empleo, generalizado y unificado, no indica solamente la adopción, por los sabios, de un medio cómodo para entenderse, sino también un poder de abstracción suficiente para la creación de una ciencia que se *impone como necesaria y universal* y que enlaza todos los espíritus por sus métodos, sus procedimientos y sus resultados. Es el indicio de que el Álgebra es bastante fuerte y está concebida con la suficiente claridad para imponerse como una ciencia *positiva y racional*.

D). *Viète: el Algebra se sistematiza*.—En efecto, el Algebra se racionaliza definitivamente, se convierte en un cuerpo científico definitivo con Viète, que vivió de 1540 á 1603. Él fué el que empezó á emplear, de un modo sistemático, las letras en lugar de los números y signos simbólicos para indicar de un modo general ciertas operaciones. Ciertamente, ya entre los *pitagóricos* se empleaban signos y letras para indicar las operaciones matemáticas. Pero Viète ha visto que, en lugar de emplear este procedimiento al azar de las circunstancias y para los casos particulares que se prestaban á ello de un modo muy natural, era preciso hacer de esto un método general. En esto consiste realmente la grandeza de su descubrimiento. Con él, la intuición del número no es ya necesaria, del mismo modo que, con los indios, la intuición del número había podido prescindir definitivamente de la intuición geométrica. Viète se eleva á la intuición de la cantidad cualquiera que sea, y de la

operación, sobre cualesquiera que sean los números. Concibe abstractamente, fuera de todo dato numérico, el mecanismo operatorio, la ordenación de las operaciones que pueden conducir desde los datos de un problema á su solución. De este modo, establece una fórmula general que servirá para todos los problemas análogos y permitirá llegar á la solución, cualquiera que sea el valor particular de los datos.

Da un nuevo paso *considerable* en la investigación de las relaciones más generales, que permitirán dar cuenta de una multitud de relaciones distintas (de todas las propiedades ó relaciones cuantitativas), por una deducción sistemática. Esta generalización nueva es tan importante como la que ha permitido á los griegos deducir, de algunas relaciones, todas las propiedades geométricas y que aquella por la cual los indios y los árabes se elevaron á los principios de la Aritmética.

Viète, en la teoría de las ecuaciones, se eleva á una abstracción aún mayor. Concibe métodos generales para tratar todos los problemas. "La ciencia de hallar bien los resultados en Matemáticas comprende las cuatro operaciones aritméticas aplicadas á los polinomios, las reglas generales para reducir las ecuaciones á la forma canónica, es decir, para aislar los términos conocidos de los desconocidos y un boceto magistral de la teoría general de las ecuaciones".

E). *Stévin y la Mecánica racional*.—Hacia la misma época, Stévin apercibió la posibilidad general de representar las fuerzas por segmentos y de reducir todas las proposiciones de la Mecánica á proposiciones geométricas; así se creó la Mecánica racional. Es pre-

ciso notar que esta creación señala de nuevo un progreso considerable de la abstracción, puesto que reduce nuevas intuiciones empíricas al simbolismo matemático y permite una extensión nueva de esta última ciencia introduciendo la idea de magnitud dirigida y de expresiones algebraicas que representan, no solamente números ó figuras, sino también direcciones en el espacio.

Hasta aquí los progresos hechos en la abstracción permitían tratar las magnitudes finitas y determinadas; pero no se había aún concebido magnitudes que no existiesen más que como relaciones entre magnitudes variables. Para esto es preciso abandonar resueltamente toda intuición de magnitud, aún la algebraica, y elevarse á la noción puramente abstracta de una relación entre magnitudes variables, es decir, á la noción de la función.

F) *El cálculo infinitesimal.* — La invención del cálculo infinitesimal realiza este último progreso. El cálculo infinitesimal se llama también *Análisis*, y Viète había dado ya este nombre á su Álgebra. Es cierto que esta palabra expresa muy bien el esfuerzo continuo del espíritu en la creación de las ciencias matemáticas. La Matemática progresa por una serie de abstracciones que disminuyen constantemente el papel de la intuición y reducen progresivamente las nociones que se considera á algunos *elementos muy simples*. Las cosas más complejas no son entonces consideradas más que como combinaciones, síntesis operadas con estos elementos por un razonamiento que no obedece más que á las leyes rigurosas de la Lógica. La Matemática es, pues, una sucesión de análisis ó, más exactamente, un análisis que

penetra, cada vez más profundamente, en los objetos á los cuales se aplica.

El cálculo infinitesimal descansa esencialmente sobre la idea de límite y sobre la de función, hablando *grosso modo*. Se trata de encontrar el valor de la relación que, en cada instante, enlaza la variación de la función á la de la variable de la cual depende (cálculo diferencial); después, conocida esta relación, de encontrar la función de la cual expresa la ley generatriz (cálculo integral). Se comprende qué esfuerzo de abstracción era preciso para concebir la noción pura y simple de la relación de las variaciones de dos magnitudes, independientemente de todo valor determinado de estas variaciones, es decir, el límite hacia el cual tiende esta relación cuando las dos variaciones se hacen tan pequeñas como se quiera, de otro modo, *infinitamente* pequeñas (de donde procede el nombre de cálculo *infinitesimal*).

Fermat, á continuación de los trabajos de Galileo y de Cavalieri, intentó las primeras generalizaciones de este método y encontró, á consecuencia de esto, algunas aplicaciones particulares del cálculo integral, mientras que Descartes, por su estudio de las tangentes, concebido, sin duda, de un modo completamente geométrico, se encaminaba hacia el descubrimiento del cálculo diferencial. Así, en los siglos XVI y XVII, el conjunto de los problemas capitales del cálculo diferencial é integral, es decir, del análisis infinitesimal, era resuelto para las funciones entonces en uso, pero no lo era más que como *solución particular* de las cuestiones cuyos datos estaban bien determinados y eran representados siempre de un modo más ó menos intuitivo; no se po-

seía, ni un método general, ni nociones suficientemente abstractas y racionales para permitir el establecimiento de este método. Cada geómetra tenía, desde luego, sus notaciones particulares, y todo lo que se refería á esta rama del cálculo algebraico se asemejaba por completo al estado del álgebra de las magnitudes finitas antes de los trabajos de Viète.

Newton y Leibniz, hacia 1667, hicieron, para el cálculo infinitesimal, lo que Viète había hecho para el Álgebra ordinaria. Concibieron un simbolismo operatorio y, al mismo tiempo, definiciones generales y un método universal para tratar todos los casos análogos: por esto es por lo que merecen el título de inventores del cálculo infinitesimal.

Desde luego, no llevaron sus investigaciones hasta su término, ni nos entregaron un método absolutamente universal apoyado sobre principios definitivos. Se puede decir que, hasta la segunda mitad del siglo XIX, el cálculo infinitesimal ha estado falto de rigor lógico; esto proviene de que es extremadamente difícil llegar á una abstracción lo suficientemente grande para representarse, sin el auxilio de intuiciones particulares, las nociones necesarias al desenvolvimiento del cálculo infinitesimal, puesto que estas nociones están extremadamente lejos de la imaginación, aún de una imaginación adaptada á los hábitos matemáticos.

IX. CONCLUSIÓN.

Resulta de esta historia que, las Matemáticas, desde su aparición como ciencia natural y positiva en la Geo-

metría griega, nos presentan un esfuerzo constante para encadenar, de un modo lógico y racional, los elementos que constituyen su objeto.

Resulta también de esta historia que, tales elementos, han sido primero intuiciones y, al parecer, intuiciones empíricas. La ciencia ha progresado por una abstracción cada vez creciente operada sobre estas intuiciones. Esta abstracción desprendía poco á poco, de las realidades presentadas intuitivamente, las relaciones generales y necesarias, las *leyes* que las ligan entre sí ó que ligan sus elementos.

Esta abstracción permitía también la aplicación de los métodos cada vez más generales y cada vez más rigurosos. El simbolismo operatorio parece haber sido la condición necesaria de la generalización de estos métodos; de tal manera que, actualmente, las Matemáticas parecen reducidas á una especie de simbolismo mecánico que no opera más que sobre signos y á una serie de operaciones puramente lógicas.

Están muy lejos de la experiencia y se alejan mucho de toda especie de intuición. Pero, ¿pueden pasar el límite de toda intuición? Es un problema que agita la crítica de estas ciencias, pero que no ha resuelto aún. En el capítulo siguiente encontraremos este problema.

CAPITULO VI

Método deductivo.—Ciencias matemáticas.

DEFINICIONES. — AXIOMAS Y POSTULADOS. — DEMOSTRACIONES

PRIMERA PARTE: *Examen de los métodos.*—I. *Método de las ciencias matemáticas.*—II. *Los elementos de la deducción matemática:* A, *Las definiciones matemáticas;* sus caracteres; son: 1.º, constructivas; 2.º, completas; 3.º, necesarias; 4.º, universales. B, *Axiomas y postulados;* función que desempeñan los axiomas en la demostración; C, *De las proposiciones matemáticas.*—III. *La demostración: Su mecanismo* (tres casos).—IV. *Las formas de la demostración:* A, *Síntesis;* B, *Análisis.*—V. *Elementos implícitos en la deducción matemática.*—SEGUNDA PARTE: *Problemas lógicos.*—VI. *Origen de las nociones matemáticas.*—Fundamento de la deducción.—Función que desempeña la intuición en matemáticas: A, *Exclusión de la intuición: primera forma del idealismo matemático; teoría formalista.* B, *Teorías que conceden cierta intervención á la sensación:* a), segunda forma del idealismo matemático; la intuición intelectual; b), empirismo matemático; c), empirismo rectificado: las definiciones matemáticas, sugerencias de la experiencia.—*Conclusión:* El espíritu geométrico.

PRIMERA PARTE

EXAMEN DE LOS MÉTODOS

I. MÉTODO DE LAS CIENCIAS MATEMÁTICAS.

La mayor parte de los lógicos caracterizan el método matemático por su modo de proceder *exclusivamente* deductivo. Puesto que, ordinariamente, la deducción se define como un razonamiento que procede de lo general á lo particular, resultaría de aquí que las matemáticas no nos enseñarían nada ni producirían progreso alguno verdadero del espíritu, puesto que se limitarían á desprender de las proposiciones generales que le sirven de punto de partida las proposiciones particulares que estaban contenidas en ellas.

Pero á los matemáticos no les es difícil hacer notar que las matemáticas generalizan constantemente y que, á medida que se avanza en su estudio, nos enseñan verdades que nos eran antes desconocidas; del mismo modo se enriquecen también constantemente con nuevos descubrimientos. Así, el Álgebra ha sido una generalización de la Aritmética y la noción del número se ha generalizado con cada uno de los grandes descubrimientos de los matemáticos. Así, también en Geometría, avanzamos progresivamente del examen de un caso particular, como el examen del triángulo ó de la circunferencia, á casos mucho más generales, como el estudio de un polígono cualquiera ó el estudio de las cónicas. Por tanto, la concepción corriente del método matemático no es exacta.

En primer lugar, se puede notar que, la deducción, no es exclusivamente un razonamiento de lo general á lo particular; esto no es cierto más que en la deducción formal, en el silogismo verbal, del cual se hace uso en el discurso ordinario. Pero la deducción científica, aunque pueda exponerse en forma de silogismo, procede con más frecuencia de una proposición á otra equivalente, es decir, de extensión semejante.

El razonamiento matemático, que es la verdadera deducción científica, se presenta siempre como una serie de igualdades.

Así, como se puede apreciar en Psicología, es mejor definir la deducción por la fórmula "el razonamiento que va de la razón á la consecuencia", que por esta otra: "el razonamiento que va de lo general á lo particular". De todas maneras, no es menos cierto que, si en el razonamiento matemático nos limitásemos á proceder de lo mismo á lo mismo y de la razón á la consecuencia, sin poder apelar á otros elementos que los que nos ofrece la proposición de la cual se parte, el campo de las Matemáticas quedaría extraordinariamente limitado.

Pero los matemáticos (especialmente H. Poincaré) han insistido sobre el hecho de que, constantemente, es interrumpido, en cierto modo, el curso de la deducción por proposiciones nuevas que son definiciones y razonamientos por referencia ó inducciones matemáticas. Estos elementos, que vienen á insertarse en medio de la deducción, son los que proporcionan á las matemáticas su fecundidad y los que las permiten hacer que nuestro conocimiento progrese constantemente. La deducción no se establece más que á partir de estos elementos que,

verosímilmente, exigen, para ser establecidos, otras operaciones mentales, como se verá inmediatamente. El método matemático parece presentarse, por consiguiente, como una serie indefinida de proposiciones de las cuales la deducción apura las consecuencias, pero que, en sí mismas, no son establecidas por la deducción.

El estudio del método matemático implica, pues, de una parte, el estudio de la deducción y de la demostración matemáticas; de otra parte, el estudio de los elementos que vienen sin cesar á alimentar la deducción, aportando á nuestro conocimiento datos nuevos que no estaban contenidos en los datos anteriores.

II. LOS ELEMENTOS DE LA DEDUCCIÓN MATEMÁTICA.

La deducción matemática implica tres clases de elementos que es fácil descubrir abriendo un tratado cualquiera de Geometría, de Álgebra ó Mecánica:

1.^a, *definiciones*; 2.^a, *axiomas y postulados*; 3.^a, *proposiciones propiamente dichas, articulaciones de demostraciones*.

A. Las definiciones matemáticas, sus caracteres.

a) *Teoría del racionalismo tradicional*.—Al hablar en *Lógica formal* de las definiciones, hemos visto que *tratan* de caracterizar lo definido, todo lo definido y sólo lo definido, expresando su *esencia*, es decir, lo que le constituye como tal, y que *tratan* también de diferenciarlo de todo lo demás.

Se puede decir que, para el racionalismo tradicional, una definición matemática es una definición que ha *alcanzado* este fin. Expresa la propiedad esencial que, por sí sola, determinaría lo definido.

Al parecer, se podría definir de muchas maneras un hecho matemático, por ejemplo, una figura geométrica. El triángulo se definiría por la propiedad que poseen sus ángulos de ser iguales á dos rectos; pero si se examina el caso, esta propiedad constituiría una mala definición, porque para que se aplicase sólo á lo definido, sería preciso especificar que se trata de una figura plana formada por líneas rectas, ó que los ángulos son en número de tres. Mientras que la propiedad esencial del triángulo, la relación, la ley que lo engendra, á saber, tres líneas rectas que se cortan dos á dos en un plano, no reclama explicación alguna suplementaria y permite deducir de ella todas las propiedades subsiguientes, comprendida en ellas la de la suma de los tres ángulos. *De un definido no hay, pues, más que una definición posible* que pueda satisfacer á todas las exigencias de nuestro conocimiento: la definición que expresa la ley por la cual se produce lo definido; y esta definición por excelencia es la definición que se encuentra en las ciencias de forma deductiva, es decir, en las ciencias matemáticas. Es más: esta definición es la que permite darles esta forma, porque sólo cuando se tiene la propiedad esencial que engendra lo definido y todas sus consecuencias es cuando se puede pensar en *deducir* de ella estas consecuencias mismas.

1.º “Lo que constituye la esencia de un número, de una figura, es el límite determinado, ya en una colección de unidades, ya en el espacio continuo. materias comunes á todos los números y á todas las figuras. Pero este límite resulta de la ley generadora de tal número ó de tal figura. La definición de este número ó



de esta figura enunciara esta ley; se hace por generacion. Así, defino el número 10: el número *engendrado* añadiendo la unidad al número 9; la circunferencia: la curva *engendada* por el movimiento de un punto que se mueve siempre á la misma distancia de un punto fijo interior."

2.º "Esta primera propiedad entraña otra. La noción matemática es, por decirlo así, engendada de una vez. No se forma gradualmente por la reunion de elementos diferentes."

Por esta propiedad se opondría irreductiblemente á las definiciones empíricas "cuyos elementos son recogidos poco á poco en el campo de la experiencia; la noción de hombre, por ejemplo, ó la de mamífero, no ha sido formada de una vez; está constituida por fragmentos que se han ido aproximando y uniendo á medida que se han ido efectuando las revelaciones de la experiencia, y esta idea no queda jamás cerrada sino abierta siempre á los elementos nuevos que pueda descubrir la ciencia en el hombre ó el mamífero" (Liard, *Logique*, 80), hasta que logre llegar á las propiedades esenciales del hombre ó del mamífero, á las leyes por las cuales éstos salen de la materia viva, por las cuales éstos se engendran. Pero, entonces, tendríamos de ellos una definición que poseería todos los caracteres de las definiciones matemáticas, aunque, sin duda, sería mucho más compleja, razón por la cual estamos aún muy lejos de poseerla.

Como las definiciones matemáticas enuncian "la ley generadora de un número ó de una figura, son completas en cuanto esta ley es concebida y puesta por el es-

píritu; por consiguiente, son *definitivas é inmutables*. Aristóteles no tenía del hombre la misma idea que Buffon; de Buffon á Cuvier esta idea se ha modificado, enriquecido, completado; se ha modificado también de Cuvier á Claudio Bernard; se modificará más aún...; pero nuestros géometras no tienen otra idea del círculo que la de Platón ó Euclides". (Idem.)

3.º La definición matemática, número ó figura, contiene muchos elementos, porque es siempre una *relación*, una *ley* científica, puesto que es la ley que determina íntegramente lo definido; "en el número es una suma de unidades; en las formas geométricas, es un sistema de relaciones entre los límites y la figura. El lazo que une estos elementos (la relación misma ó la ley), no es contingente, sino *necesaria*. Dado el número 3, no puedo, sin destruirle, añadirle ó quitarle una unidad. Del mismo modo, el punto cuyo movimiento engendra una recta no puede cambiar de dirección sin que, incontinenti, sea otra la línea engendrada".

4.º Por tanto, "las definiciones matemáticas son absolutamente universales". (Idem.) Cualquiera que sea el momento, el lugar en que consideremos el número dado, tendrá siempre la misma ley de formación y las mismas propiedades. Lo mismo ocurrirá con una figura geométrica. Una vez dados sus elementos, será siempre posible, sea en el universo que quiera, realizar lo definido según la definición.

La tesis racionalista consiste, en suma, en sostener que el espíritu, poniendo las definiciones ó conceptos matemáticos por una operación que le es propia, por una construcción *a priori*, pone, por esto mismo, su de-

finición esencial. Todas las propiedades de estas nociones pueden ser deducidas *en seguida*, por vía demostrativa, de esta definición primera. Como se deducen de ella, son igualmente características de la noción y pueden, según la naturaleza de la cuestión, ser tomadas, á su vez, como definición particular de esta noción. Pero la palabra definición no tiene entonces su pleno sentido. Significa, más bien, *connotación* útil, para casos especiales. La verdadera definición sigue siendo la definición esencial, de la cual se deducen todas las otras, porque expresa la ley de construcción, la esencia misma del concepto, y es, por consiguiente, de derecho y lógicamente, anterior á todas ellas.

b) *Teorías empiristas y teorías nuevas.*—En las teorías empíricas que enlazan estrechamente las matemáticas á las otras ciencias de la naturaleza, desde el punto de vista de su naturaleza profunda, haciendo de ellas ciencias originarias de la experiencia, se comprende fácilmente que las definiciones no pueden ser ya caracterizadas como únicas, inmutables, engendradas de una sola vez, expresivas de la esencia misma de lo definido. No pueden menos que seguir la suerte común á las definiciones empíricas, constantemente revisables, y que evolucionan con el desarrollo mismo de la ciencia.

c) La mayor parte de los matemáticos actuales, menos racionalistas que sus predecesores, aunque estén, como H. Poincaré, muy lejos de ser empiristas, exponen teorías de las definiciones matemáticas que presentan rasgos análogos.

H. Poincaré las consideraría como *hipótesis* muy diferentes de los dos géneros de hipótesis que intervie-

nen en el método experimental. Este tercer género consistiría en *convenciones cómodas* establecidas por el espíritu por necesidades científicas y sin relación *alguna* (en oposición á los otros dos géneros) con la experiencia. La hipótesis, pues, en Matemáticas, significaría: *lo que se conviene, aquello de que se parte*, y estaría siempre muy próxima de lo que se llama hipótesis en el enunciado de un teorema. En último término, la noción matemática sería una construcción del espíritu y la definición se limitaría á enunciar una propiedad de esta noción que permitiese reconocerla y deducir de ella las otras propiedades. Dado que, cuando muchas propiedades están ligadas de un modo necesario por la construcción del objeto que las presenta, se puede elegir de un modo arbitrario la que se toma por punto de partida á fin de deducir de ella las demás, toda definición matemática es una de las propiedades de lo definido elegida arbitrariamente para la comodidad de la exposición y hay, de lo mismo definido, *muchas* definiciones posibles, según el punto de vista en que nos coloquemos, y definiciones *nuevas*, á medida que nos elevamos á puntos de vista nuevos que la ciencia no había tomado aún en consideración.

d) Se puede llegar aún más lejos, merced al papel preponderante concedido á la experiencia en las ciencias matemáticas.

1.º En ciertos casos, las nociones que constituyen el objeto de las matemáticas, sacadas de una experiencia sin duda muy disfrazada por las rectificaciones de la abstracción, que acaba por no conservar de las cosas más que relaciones casi enteramente despojadas de todo

residuo concreto y real (relaciones de orden, de magnitud y de situación), son, sin embargo, susceptibles de ser modificadas por todos los enriquecimientos de la experiencia y por toda consideración de relaciones aún no percibidas. Las Matemáticas, por deductivas que sean en cada demostración especial, proceden, en el conjunto, por generalizaciones sucesivas, gracias á las nuevas construcciones mentales que el espíritu elabora con ayuda de los elementos que tiene ya á su disposición, ó gracias también á la intuición de nuevas relaciones reales ó posibles. Para emplear una expresión de J. Tannery que se adapta á las teorías nuevas, las diferentes definiciones que se llega así á establecer de un mismo "objeto", de un mismo "hecho" matemático, aunque puedan evidentemente enlazarse á la definición anterior por vía de demostración sintética, no son simples deducciones de ella. Son los resultados de un punto de vista nuevo, del descubrimiento de relaciones nuevas y aún se podría decir que de una "intuición" nueva. Y constituyen un enriquecimiento positivo de las concepciones preliminares. Las renuevan, como un descubrimiento en el dominio de las ciencias de la naturaleza; enriquecen la concepción que nos formábamos de los hechos á que conciernen y les dan algunas veces un sentido completamente nuevo. Por ejemplo, la definición de la circunferencia como sección cónica la asemeja á las otras cónicas; del mismo modo su definición por su ecuación analítica. Así se facilita la solución de toda una serie de cuestiones, ó se prevén concepciones nuevas.

2.º En los otros casos, los más frecuentes, no se

puede decir que la definición nueva modifique la noción ó la enriquezca, porque el conjunto de las propiedades conocidas sigue siendo el mismo. Pero si, para definir la noción, emplea una determinada propiedad de ella, con preferencia á las otras, lo hace por razones de comodidad. Como las propiedades características de una noción matemática pueden deducirse las unas de las otras y esta deducción se puede hacer de muchos modos, las propiedades son evidentemente intercambiables y la comodidad decide acerca de cuál de ellas es de la que se debe partir, eligiéndola como definición. La definición, como lo veremos á propósito de las definiciones en las ciencias experimentales, es, en efecto, la mayor parte de las veces, un resultado en cuya elaboración desempeñan un papel muy importante la razones de utilidad y de comodidad. No es ya el objeto y el término de las operaciones científicas. Es un medio necesario, sí, pero sólo *uno* de los medios necesarios que la ciencia emplea para alcanzar su fin esencial: enriquecer el conocimiento.

Hay que referir estas dos clases de definiciones á las dos clases de definiciones que distinguiremos en las ciencias experimentales. La segunda se aproxima mucho á las *definiciones preliminares* que se usan en estas últimas ciencias para delimitar el objeto de la investigación *denominándole* por una propiedad ó un conjunto de propiedades muy características, de modo que se evite todo equívoco. El primer género de definición es, por el contrario, una *condensación* de conocimientos y representa, en cierto modo, nuestra manera actual de comprender y de concebir lo definido.

En resumen: las teorías nuevas consideran las ciencias matemáticas como mucho más abiertas y movibles, mucho menos determinadas, cristalizadas y definitivas de lo que las creía la teoría tradicional. Las Matemáticas se aproximan, por esto, á las otras ciencias, aunque quedan realmente más conexonadas y menos imperfectas. No cesan de evolucionar, como ellas, aunque en una medida más restringida; siguen siempre siendo perfectibles.

B. *Axiomas y postulados*.—Ordinariamente se define los *axiomas*: *verdades evidentes por sí mismas*; los *postulados*: *verdades que, sin ser evidentes ni demostrables, son, sin embargo, necesarias para el desenvolvimiento de la ciencia*.

En general, los postulados se van encontrando conforme se avanza en el estudio de la ciencia, mientras que los axiomas se enuncian en sus preliminares.

La *teoría tradicional* considera los axiomas como proposiciones *analíticas*, como identidades inmediatas impuestas por sí mismas á la razón y, por lo mismo, evidentes. Por el contrario, los postulados serían proposiciones *sintéticas*, indemostrables, establecidas, puestas por la razón en virtud de sus leyes propias ó como exigencias de la investigación.

Las *teorías nuevas* asimilan, por el contrario, los axiomas y los postulados y los consideran como *definiciones disfrazadas* (Poincaré), como las más generales de todas las definiciones, que son necesarias á la ciencia toda porque son las propiedades características generales de su objeto, las que se debe establecer al principio mismo de la ciencia como el punto de partida de toda la investigación.

Entre los unos y los otros no hay más que una diferencia de complejidad; la simplicidad del axioma le impone como evidente, mientras que la complejidad del postulado no le permite ser admitido más que por la necesidad y la verdad de las conclusiones que de él se sacan.

Son los enunciados de relaciones ó de propiedades tan generales que, por decirlo así, se necesita tomarlos en consideración perpetuamente en el curso de las demostraciones.

Función que desempeñan los axiomas en la demostración.—Colocamos los axiomas y los postulados entre los elementos de la demostración y, sin embargo, si examinamos una demostración, encontramos que no intervienen jamás en ella. Porque los axiomas, por lo mismo que son verdades comunes, necesarias á un gran número de demostraciones, no es necesario recordarlos á cada instante, como las definiciones particulares, puesto que intervienen constantemente de un modo latente; los axiomas son los que legitiman los encadenamientos de las proposiciones matemáticas, las articulaciones del razonamiento y los que los legitiman todos, sin referirse á un caso particular más bien que á otro. Son como los tendones y los músculos en la marcha: no se les ve actuar; pero con su auxilio es como se realiza el movimiento.

C. *De las proposiciones matemáticas.* — Una vez dadas las definiciones, los axiomas y los postulados, la deducción ó demostración se hace por una serie de *juicios ó proposiciones matemáticas*.

Estos juicios tienen la particularidad de unir el tér-

mino sujeto al término atributo por medio de la cópula *igual* =. Esta cópula, no es más que la cópula *es* con un *sentido más preciso y más fuerte*. A la percepción de una relación más ó menos vaga que significa en un juicio ordinario la cópula *es*, la cópula *igual* sustituye la afirmación de una relación de equivalencia absoluta y rigurosa. Se trata de relaciones de *equivalencia* que establecen *en definitiva* una *identidad* entre elementos que no dejan apercibir esta identidad de un modo inmediato.

Se ve, pues, que las proposiciones matemáticas de las cuales se hace uso en el curso de una demostración, tienen los mismos caracteres que los axiomas ó las definiciones preliminares. Expresan *relaciones de identidad, inmutables, necesarias y universales*. Pero estas relaciones no tienen tales caracteres más que en el curso de la demostración matemática, es decir, en cuanto *deducidas* de definiciones dadas, sólo en virtud de los axiomas aceptados. Si se las considerase aisladamente, serían juicios ordinarios que no tendrían nada de definitivo, de necesario, ni de universal.

III. LA DEMOSTRACIÓN: SU MECANISMO.

Describamos ahora la demostración matemática: "Esta operación consiste en efectuar el enlace de magnitudes dadas. Esta síntesis se hace, ya inmediatamente, es decir, sin término medio y brota, en cierto modo, de la posición misma de los términos, ó bien, y esto es lo más frecuente, requiere uno ó muchos intermediarios. Estos intermediarios son siempre magnitu-

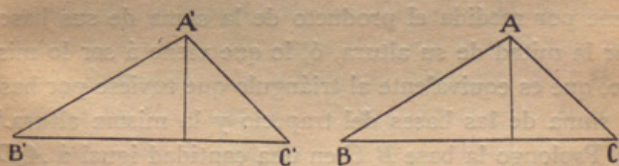
des iguales ó equivalentes á las magnitudes dadas y que, por consiguiente, pueden sustituir á éstas en las proposiciones ó ecuaciones matemáticas. En este caso, la demostración es una serie de *sustituciones*. Para mayor precisión, consideremos, con ejemplos tomados de la Geometría, los diferentes casos de la demostración.

El artificio de la demostración geométrica, cuando el enlace no aparece inmediatamente, es triple: consiste, ya en superponer las figuras, ya en reducirlas á una misma magnitud sin cambiar su forma, ya, en fin, en deformarlas sin cambiar su magnitud.

Primer caso: Síntesis inmediata por superposición.—

“Sea que tratemos de demostrar que dos triángulos que tienen un ángulo igual comprendido entre dos lados respectivamente iguales son iguales.”

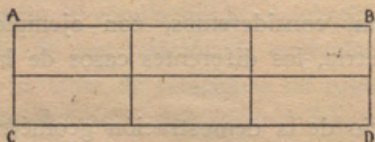
Superpongo el triángulo $A' B' C'$ al triángulo $A B C$



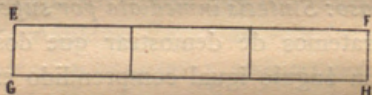
de modo que coincidan los vértices de los ángulos en A y A' ; como, por hipótesis, los ángulos en A y A' son iguales y los lados AB y $A'B'$, AC y $A'C'$ son respectivamente iguales, $A'B'$ tomará la dirección AB y B' caerá sobre B ; $A'C'$ tomará la dirección AC , C' caerá sobre C y las dos figuras coincidirán en todas sus partes.

Segundo caso: Descomposición de la figura sin cam-

bio de lugar de las partes que la componen.—“Dos rectángulos de la misma base son entre sí como sus alturas.” Para demostrar que los rectángulos $A B C D$ y $E F H G$, que tienen la misma base, son entre sí como sus

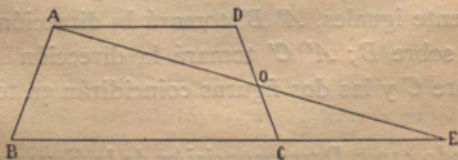


alturas, de las cuales la una es doble que la otra, descompongo cada una de ellas en un cierto número de cuadrados iguales y veo que el rectángulo $A B C D$ contiene dos veces más que el rectángulo $A F H G$.



Tercer caso: Transformación de la figura en una figura equivalente. — “Sea demostrar que un trapecio tiene por medida el producto de la suma de sus bases por la mitad de su altura, ó, lo que viene á ser lo mismo, que es equivalente al triángulo que tuviese por base la suma de las bases del trapecio y la misma altura.”

Prolongo la base $B C$ en una cantidad igual á $A D$. Uno A y E ; así obtengo un triángulo equivalente al trapecio $A B C D$; en efecto, los dos triángulos $A O D$ y $E O C$ son iguales; el trapecio es igual á la suma de



$A O C B$ y de $A O D$; si separo el triángulo $A O D$ y añado el triángulo igual $C O E$, la superficie total no aumenta ni disminuye. Por consiguiente, el trapecio $A B C D$ es equivalente al triángulo que tiene por medida el producto de la suma $B C$ y $C E$ por la mitad de su altura.

Mezcla de los diferentes casos.—Sea demostrar que el cuadrado de la hipotenusa de un triángulo rectángulo es igual á la suma de los cuadrados de los otros dos lados. ¿Cómo proceder? La superposición directa es imposible, porque la suma de los dos cuadrados pequeños no tiene la misma forma que el grande.

Pero si, descomponiendo el cuadrado mayor en dos rectángulos, muestro que cada uno de ellos es igual á uno de los cuadrados pequeños, la proposición quedará demostrada. Pero aquí tampoco es posible la superposición directa, puesto que un rectángulo no tiene la misma forma que un cuadrado; las dos figuras no pueden coincidir. Es indispensable, pues, un artificio. Si el rectángulo y el cuadrado respectivos son iguales, sus mitades son iguales. Ahora bien: el triángulo $A G B$ es la mitad del cuadrado $A F G B$ y el triángulo $B M D$ es la mitad del rectángulo $B M N D$. Pero, aun aquí, la superposición de los dos triángulos es imposible, porque no tienen la misma forma. Para salir de la dificultad modificaré progresivamente los dos triángulos en cuestión, sin modificar su base ni su altura; entonces se convertirán en los triángulos $G B C$ y $A B D$; pero estos dos triángulos son iguales, porque tienen cada uno un ángulo igual comprendido entre dos lados respectivamente iguales.

está compuesto de los dos primeros términos del cuadrado $x^2 + p x + \frac{p^2}{4}$; añadamos $\frac{p^2}{4}$ á la ecuación dada y quitémoslo al mismo tiempo, lo cual nos da el mismo valor:

$$x^2 + p x + \frac{p^2}{4} - \frac{p^2}{4} + q = 0.$$

Al cuadrado desarrollado $x^2 + p x + \frac{p^2}{4}$ se sustituye su equivalente $(x + \frac{p}{2})^2$:

$$(x + \frac{p}{2})^2 - \frac{p^2}{4} + q = 0.$$

Hagamos pasar $\frac{p^2}{4} + q$ al segundo miembro de la ecuación, lo cual, gracias al cambio de los signos, no cambia el valor:

$$(x + \frac{p}{2})^2 = \frac{p^2}{4} - q,$$

de donde se desprende

$$x + \frac{p}{2} = \pm \sqrt{\frac{p^2}{4} - q};$$

si hacemos pasar $+\frac{p}{2}$ al segundo miembro tendremos:

$$x = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\frac{p^2}{4} - q}.$$

Así, desde el razonamiento más simple de la Aritmética:

$$\begin{aligned} 3 + 1 &= 4 \\ 2 + 2 &= 4 \end{aligned}$$

luego:

$$3 + 1 = 2 + 2$$

hasta las especulaciones más elevadas y más complejas del cálculo integral, la demostración matemática pro-

cede por sustitución de magnitudes iguales ó de magnitudes equivalentes.

La invención, en Matemáticas, consiste en descubrir los enlaces nuevos entre las magnitudes y sus símbolos y los intermediarios gracias á los cuales aparecen estos enlaces como las consecuencias necesarias de enlaces ya demostrados ó evidentes por sí mismos." (Liard: *Logique*, 86 á 91.)

Vemos, pues, que lo que constituye la fuerza de la demostración matemática, es decir, del encadenamiento de las proposiciones, es lo que constituye la fuerza de estas proposiciones mismas: el espíritu se adhiere á ellas sin reservas y con todas sus fuerzas porque es el *establecimiento de un sistema de equivalencias, de igualdades*; el razonamiento se produce en ellas bajo la única dirección del principio de identidad y de contradicción una vez que las definiciones han establecido los elementos de los objetos que se estudia en ellas y sus relaciones fundamentales.

IV. LAS FORMAS DE LA DEMOSTRACIÓN.

Hemos analizado los elementos que entran en toda demostración y los procedimientos generales, según los cuales se opera. Pero estos procedimientos y estos elementos no son siempre utilizados del mismo modo. Según el modo como se les utiliza, la manera como se les dispone, se distingue muchas formas de demostración. Estas formas se reducen á dos principales: la síntesis, que va de las propiedades elementales á las pro-

piedades resultantes, y el análisis, que va de las propiedades resultantes á las propiedades elementales.

A. *La síntesis*.—El método más directo, del cual nos presentan un monumento casi definitivo los elementos de Euclides, es la demostración por síntesis. Se parte de una proposición y se deduce todas las consecuencias. Las proposiciones son encadenadas entre sí, según el mismo principio. La ciencia parte, pues, de algunos datos elementales y, combinándolos entre sí, descubre, á cada paso, nuevas consecuencias; de aquí el nombre de síntesis dado á esta forma de la demostración.

B. *Análisis*.—a) El análisis es un método *inverso*. Hipócrates de Chios parece haber sido el primero que concibió la idea de este método con su método de reducción que consiste en resolver sucesivamente un problema en otro, de suerte que, una vez establecido el último, se deduce de él necesariamente el problema del cual se ha partido. De este modo, la propiedad que se toma en consideración se ha reducido á una propiedad que permite establecerla y de la cual la primera es la resultante.

b) El método de *reducción al absurdo* puede ser considerado como un caso particular del precedente. Se muestra que la proposición contradictoria de la que se quiere demostrar es falsa, de donde resulta necesariamente la verdad de lo que se quiere demostrar: consiste siempre en establecer un resultado mostrando que está implícito en otro.

c) En fin, el método de análisis propiamente dicho, sobre el cual Platón ha atraído especialmente la

atención, consiste en suponer establecida la proposición que se trata de establecer. De esta suposición se deducen otras proposiciones. Si se llega á una proposición falsa, la proposición de la cual se ha partido es falsa y no puede ser establecida (método precedente). Si, por el contrario, se llega á una proposición verdadera, la proposición de la cual se ha partido lo es también y, entonces, se puede *volver á descender*, por una demostración rigurosa, de la proposición á la cual se ha llegado, y que es verdadera, á aquella que en un principio no se había admitido como verdadera más que á título de hipótesis; entonces se tendrá de esta proposición una demostración sintética: el método, en su primera parte, ha procedido, pues, de la resultante al principio, al elemento.

El método de análisis es, esencialmente, un método de investigación. Permite obtener los resultados que se expondrá después por síntesis siguiendo el procedimiento exactamente inverso. La síntesis es, pues, el método de exposición.

d) *Método de exhaustión*. Este método, inventado por Eudoxio, es el preludio de los métodos infinitesimales. Consiste en aproximarse á un límite eliminando constantemente más de la mitad de la magnitud que separa de este límite. Como se ve, este método es un método de análisis, porque se resuelve la dificultad agotándola de algún modo (longitud de la circunferencia determinada por un contorno poligonal, cuyos lados se van duplicando constantemente). Este agotamiento se hace aproximándose progresiva é indefinidamente á los elementos de los cuales se compone la so-

lución (aquí á los elementos de la circunferencia). Se trata, pues, propiamente, aquí, de una reducción á los elementos. El cálculo diferencial é integral se ocupará precisamente en determinar los elementos necesarios á la solución de una cuestión (cálculo diferencial), buscando la relación elemental que liga las variaciones de la función y de la variable para reconstituir después la función con ayuda de este elemento (cálculo integral). Por lo que se refiere á la primera parte de su tarea, merece, pues, propiamente el nombre de *análisis*.

e) Se llama también análisis el método que consiste, en Geometría, en *reducir*, de un modo sistemático, magnitudes geométricas á magnitudes algebraicas por el empleo de coordenadas. Este método es también un método de reducción pues reduce las cuestiones que se presentan á proposiciones algebraicas que se sabe ya tratar. Por esto merece propiamente su nombre de análisis, sobre todo si se piensa que, por esta reducción, se tratan las cuestiones geométricas con la ayuda de relaciones cuantitativas que, en suma, son los elementos implícitos en estas cuestiones y que las determinan.

V. ELEMENTOS INSERTOS EN LA DEDUCCIÓN MATEMÁTICA.

Hemos considerado hasta aquí los axiomas, los postulados y las definiciones como elementos de la deducción. En efecto: de estos elementos es de donde *parten* las deducciones. Pero ha sido fácil comprender, en el análisis que hemos hecho de la definición, análisis válido también para los axiomas y los postulados,

que no son más que definiciones disfrazadas. que estos elementos no son también obtenidos por deducción. Por el contrario, la deducción los supone; desde luego, ¿no se define los axiomas como verdades evidentes *por sí mismas* y los postulados como verdades requeridas por la serie de las deducciones, pero indemostrables en sí mismas? Es verdad que, ciertas definiciones, son el enunciado de propiedades que se puede, á su vez, deducir de otras propiedades de lo mismo definido. Pero es fácil observar que siempre será preciso comenzar tomando por punto de partida de todas las otras deducciones una de estas propiedades, una de estas relaciones, cualquiera que sea: esta será, pues, *añada, construída* y no deducida. Se puede demostrar aún que una definición es *posible*, es decir, que excluye toda contradicción. Pero esto no es establecerla; es, simplemente, decir que se tiene el derecho de establecerla.

Hay más. Para establecer ciertas proposiciones, intervienen también, sobre todo en Aritmética, en Álgebra y en Análisis infinitesimal, los *razonamientos por referencia* que H. Poincaré llama también inducciones matemáticas ó *inducciones completas*.

He aquí lo que es preciso entender por esto. Se quiere definir la adición: "Supongo que se ha definido previamente la operación $x + 1$ que consiste en añadir el número 1 á un número dado x . Esta definición, cualquiera que sea, desde luego, no representará papel alguno en la serie de los razonamientos.

Se trata ahora de definir la operación $x + a$, que consiste en añadir el número a al número dado x .

Supongamos que se haya definido la operación:

$$x + (a - 1)$$

La operación $x + a$ será definida por la igualdad:

$$x + a = (x + (a - 1)) + 1.$$

Sabremos, pues, lo que es $x + a$ cuando sepamos lo que es $x + (a - 1)$.

Y como al principio he supuesto que se sabía lo que es $x + 1$, se podrá definir sucesivamente y *por referencia* las operaciones: $x + 2$, $x + 3$, etc. Esta definición merece que nos fijemos en ella; es de una naturaleza particular que la distingue ya de la definición puramente lógica (es decir, de una pura deducción).

La igualdad 1 contiene, en efecto, una infinidad de definiciones distintas, cada una de las cuales no tiene un sentido más que cuando se conoce la que la precede." (H. Poincaré: *La Science et l'Hypothèse*, página 15.)

Este género de razonamientos consiste en comprobar analíticamente que una proposición es verdadera para el primer término, en la serie de los términos de los cuales se afirma esta propiedad; después, en mostrar que, *suponiendo* esta propiedad comprobada para un término cualquiera, será verdadera para el término que sigue. Entonces, *por referencia*, se ve que, remontándose de un término á otro, se está forzado á reconocer que es verdadera de todos los términos posibles de la misma forma." El juicio sobre el cual descansa el razonamiento por referencia puede ser formulado en otras formas." Pero no se puede sustraer á esta conclusión: "que la regla del razonamiento por referencia es irreductible al principio de con-

tradicción." No es, pues, un razonamiento deductivo. "No se puede desconocer que hay en esto una analogía sorprendente con los procedimientos habituales de la inducción." (Poincaré: *La Science et l'Hypothèse*, pags. 23 y 24.)

El espíritu concibe la repetición *indefinida* de un mismo hecho desde que éste ha sido dado *una vez*. Subsiste, sin embargo, esta diferencia con respecto á la inducción ordinaria: que, en la inducción matemática, el razonamiento, en lugar de seguir siendo siempre hipotético, es absolutamente cierto. Pero esta diferencia podría quizás ser debida á que, en las inducciones matemáticas, puesto que se ejercitan sobre datos extremadamente simples y completamente claros para el espíritu, se apercibe inmediatamente el enlace de la razón con la consecuencia que, como es sabido, es el principio del razonamiento inductivo. La inducción matemática no sería, entonces, más que la forma más sencilla, y por esto la más perfecta, de la inducción ordinaria.

En resumen: Definiciones, axiomas, postulados, razonamientos por referencia, son puntos de partida de los cuales la deducción tiene necesidad, pero que ella no establece. ¿De dónde vienen?

SEGUNDA PARTE

PROBLEMAS LÓGICOS

VI. ORIGEN DE LAS NOCIONES MATEMÁTICAS.— FUNDAMENTO DE LA DEDUCCIÓN.

Función que desempeña la intuición en Matemáticas:
A. *Exclusión de la intuición.* — *Primera forma del idealismo matemático: teoría formalista.* — Los críticos del método matemático han respondido á esta cuestión de dos modos opuestos.

Para los unos (idealismo matemático), las matemáticas son únicamente el desenvolvimiento de ciertas ideas de la razón. Este desenvolvimiento se verifica según las leyes del espíritu, que son, como se sabe, las leyes de la Lógica formal. Las Matemáticas serían, por tanto, la obra del pensamiento puro. Se constituirían solamente con el auxilio de las leyes de la razón, sin apelar á *otros elementos* y no serían más que una promoción de la Lógica formal.

Combinando las nociones inmediatas y muy simples que forman el contenido de nuestra razón (nociones que, tal vez, se reducen todas á la idea abstracta y general de *relación*, cuando se elimina absolutamente toda consideración de los objetos que sostienen la relación y le dan una forma particular) se forma las nociones de grupo y de clase, de donde se puede deducir las nociones de número, de orden y de magnitud. Así, la razón, no reteniendo más que la *forma* de las relaciones y eliminando de ellas su *contenido*, los objetos á los

cuales se refieren, saca de sí misma toda la ciencia matemática; de aquí el nombre de *formalismo matemático* dado á esta doctrina.

En esta teoría, las definiciones, los axiomas, los postulados, las inducciones completas, no son más que combinaciones formadas, con un poder infatigable, por la razón, que combina según sus leyes propias (las leyes de la Lógica formal) el número muy pequeño de elementos que ha creado de antemano. El progreso de las Matemáticas no es debido más que á la complejidad indefinidamente creciente de estas combinaciones racionales. *La Matemática es una promoción de la Lógica*, ha dicho Leibniz. Casi todos los lógicos contemporáneos que han reconstruido la Lógica formal para hacer de ella un "cálculo lógico" comparten esta opinión.

B. *Teorías que conceden cierto papel á la intuición.*—a) *Segunda forma del idealismo matemático: la intuición intelectual.*—Contra esta tendencia se elevan los que conceden algún papel á la intuición en Matemáticas. Por esto se entiende que, no solamente es preciso tomar al pensamiento puro sus reglas, sino que es preciso añadir elementos sacados de la consideración de objetos particulares (intuición).

La Lógica formal no se ocupa más que de los cuadros vacíos de pensamiento, de los esquemas en los cuales el pensamiento hará entrar todos los objetos que quiera. No es más que un instrumento del cual no se puede sacar conocimiento alguno aunque sirva para todas las operaciones del conocimiento. Por el contrario, las matemáticas nos enseñan cosas; se habla en

ellas de objetos particulares, de números, de magnitudes, de situaciones; se considera, pues, en ellas, fuera de las relaciones completamente abstractas y generales, un *mínimum* de propiedades concretas entre las cuales son establecidas estas relaciones y que dan, por consecuencia, á estas relaciones, una forma particular. En Matemáticas deben, pues, intervenir elementos intuitivos que no entran en la Lógica formal. Las Matemáticas establecen propiedades de objetos, por abstractas que sean estas propiedades y estos objetos.

Galileo y Descartes son los que han expresado esta opinión por primera vez. Han atacado á la escolástica que no conocía más que el silogismo. Han tratado de demostrar que, en todo descubrimiento, es preciso apelar á otros elementos distintos de los elementos de la Lógica formal. Estos elementos son *intuiciones*, es decir, la consideración de propiedades ó de relaciones que no pueden deducirse, *solo* por el razonamiento, de otras propiedades ó de otras relaciones y que requieren, para ser conocidas por nosotros, una operación especial del espíritu, completamente diferente de las operaciones de la Lógica formal y del razonamiento.

¿En qué consiste esta operación especial? La intuición ha sido siempre considerada de dos modos por los filósofos:

1.º Todo el mundo *concuerta* en reconocer que los *sentidos* nos dan el conocimiento de ciertos objetos; el conjunto de estos objetos constituye la experiencia, la naturaleza, en el sentido vulgar de la palabra. Este conocimiento *empírico* se llama la *intuición sensible*.

2.º Cierta número de filósofos (los espiritualistas y la mayor parte de los idealistas) creen, además, que la razón, al lado de sus funciones lógicas que consisten en encadenar, gracias al razonamiento, los elementos proporcionados por la intuición, posee también una facultad de intuición que nos revela ciertas nociones ignoradas completamente de la intuición sensible: esta es la *intuición racional* ó *intelectual*. Mientras que la intuición sensible no nos da un conocimiento sino *tras* un contacto con la naturaleza, la intuición intelectual nos hace conocer los datos que le son especiales inmediatamente, sólo por la reflexión sobre nosotros mismos, antes de toda experiencia. Así, de los conocimientos de la intuición sensible ó conocimientos empíricos, se dice que son *a posteriori*; de los conocimientos de la intuición intelectual se dice que son *a priori*.

Para la mayor parte de los *filósofos del Renacimiento*, que conservaban de la *filosofía griega* un cierto desdén de la intuición sensible, todos los conocimientos científicos, y por consiguiente las intuiciones necesarias para el desenvolvimiento de las matemáticas, son intuiciones intelectuales. La experiencia puede *ayudar* al espíritu á descubrirlos, pero, por esto, no deja el espíritu á descubrirlos sólo por sus facultades. Son, como dice Descartes, "naturalezas simples" que se revelan directamente al espíritu: en Matemáticas, los números y las figuras.

Kant modifica esta concepción. Para él todos los objetos de la experiencia, en el momento mismo en que los conocemos, necesitan entrar en ciertas relaciones que les son impuestas *a priori* por el espíritu. A estas

relaciones las llama *juicios sintéticos a priori*. Todas las relaciones dadas en el espacio y en el tiempo son precisamente juicios sintéticos *a priori*, porque el espacio y el tiempo son cuadros generales, *formas* que el espíritu impone á nuestras percepciones: leyes necesarias que se derivan de la constitución misma del espíritu y en las cuales el espíritu hace entrar todo lo que conoce. Kant sostiene, pues, que la Lógica, por sí sola, sería impotente para crear las Matemáticas, puesto que no se ocupa más que de juicios analíticos. es decir, juicios en los cuales el atributo puede ser sacado directamente del sujeto. Todas las proposiciones matemáticas son, por el contrario, sintéticas: es preciso que demostremos que el atributo pertenece al sujeto para que podamos hacer esta atribución. Pero esta demostración necesita una descomposición y una recomposición de los números en la Aritmética y el Álgebra, una construcción de las figuras en la Geometría; en suma, siempre el establecimiento de relaciones nuevas que el razonamiento no puede efectuar, pero que el espíritu está obligado á descubrir, gracias á funciones que son completamente independientes del razonamiento y que implican las nociones de espacio y de tiempo.

Un cierto número de matemáticos modernos, H. Poincaré, por ejemplo, son de la opinión de Kant. Las Matemáticas no apelan á la experiencia, pero no se desarrollan tampoco sólo por razonamiento deductivo. Necesitan intuiciones *a priori*, actos especiales del espíritu. Estos actos son: en Geometría, las construcciones de las figuras que entrañan las de-

finiciones de estas mismas figuras é implican una intuición del espacio; en Aritmética y en Algebra, las descomposiciones y las combinaciones hechas sobre los números y, en todas las matemáticas, los razonamientos hechos por referencia. El resorte de este razonamiento, al cual, según H. Poincaré, son deudoras las Matemáticas de todos sus progresos, no puede venirnos de la experiencia. Esto podría enseñarnos que la proposición que se trata de demostrar es verdadera en una porción, más ó menos amplia, pero siempre limitada, de la serie indefinida de los términos que tomamos en consideración, pero no podría agotar jamás esta serie indefinida: "Esta regla, inaccesible á la demostración analítica y á la experiencia, es el tipo verdadero del juicio sintético *a priori*... ¿Por qué, pues, se impone á nosotros este juicio con una evidencia irresistible? Porque no es más que la afirmación del poder del espíritu, que se sabe capaz de concebir la repetición indefinida de un mismo acto, desde que este acto es una vez posible. El espíritu tiene una intuición directa de este poder y la experiencia no puede ser para él más que una ocasión de servirse de él y, así, de formarse un conocimiento de él...

"La inducción, aplicada á las ciencias físicas, es siempre incierta, porque descansa en la creencia en un orden general del universo, orden que está fuera de nosotros. La inducción matemática, es decir, la demostración por referencia, se impone, por el contrario, necesariamente, porque no es más que la afirmación de una propiedad del espíritu mismo." (Idem, Poincaré, págs. 23 y 24.)

Aunque sean de la misma familia, entre las concepciones cartesiana, kantiana y las análogas á la de Poincaré, existe esta diferencia: que la objetividad de las Matemáticas va decreciendo en ellas.

1.º En la concepción cartesiana la intuición intelectual nos hace conocer propiedades reales que los sentidos son impotentes para revelarnos;

2.º Con Kant, el juicio sintético *a priori* es simplemente una relación *necesaria* según la cual nuestro espíritu se representa lo dado, pero que, por sí misma, no tiene nada de real;

3.º En fin: para Poincaré, la noción matemática es una convención del espíritu que, en sí, no tiene nada de real ni de necesario; *en este sentido es en el que Poincaré insiste sobre el papel que representa la hipótesis* en Matemáticas, puesto que para él toda proposición matemática es una creación *arbitraria* del espíritu.

En este caso cabría preguntarse: ¿cómo es que, si las Matemáticas proceden por entero del espíritu, prestan tan grandes servicios á las ciencias experimentales y sirven tan bien para traducir los resultados de la experiencia y preverlos por el cálculo? Los filósofos idealistas dan, en general, esta respuesta: si las fórmulas matemáticas pueden aplicarse á la realidad es porque, en el fondo, el pensamiento y la realidad son idénticos.

b) *Empirismo matemático*. — Los filósofos empiristas, Comte, Stuart Mill, Spencer, Taine y la mayor parte de los matemáticos, parten de un punto de vista completamente opuesto. Este punto de vista con-

cuerda, desde luego, con todo lo que sabemos de la historia de las Matemáticas y todo lo que hemos dicho de su método hasta el presente. "Los números y las figuras no constituyen una excepción de esta ley general según la cual todo conocimiento se deriva, ya directa, ya indirectamente, de la experiencia sensible." (Liard: *Définitions géométriques*, 76.)

Las Matemáticas salen de la observación y de la inducción experimental lo mismo que las ciencias que no son aún deductivas. Las definiciones matemáticas tienen, pues, un origen experimental lejano, pero real.

1.º *Empirismo puro y simple*.—Pero es preciso entenderse sobre el modo como han sido sacadas de la experiencia, tanto más cuanto que, según la tesis de algunos lógicos empiristas, puesto que todas las otras ciencias tienden á la misma forma, este trabajo se opera, ó se operará, pronto ó tarde, para todas, si es que no excede de las fuerzas humanas.

Se ha presentado frecuentemente el empirismo de una manera bastante grosera y que le hace inaceptable. Viendo hilos muy finos, por ejemplo, el espíritu se habría imaginado poco á poco la recta; viendo troncos de árbol se habría imaginado el cilindro, y se habría formado la representación del círculo viendo las secciones de estos troncos. A esto se puede responder con facilidad que, puesto que la recta, por definición, no tiene ni anchura ni espesor, la naturaleza no ha podido pintar jamás en nosotros su imagen; que no hay en el mundo ni cilindros ni círculos perfectos, etc. y que, por otra parte, algunas figuras geométricas (como un polígono de mil lados) no han podido jamás, ni

aproximadamente, sernos presentadas por la experiencia.

2.º *Empirismo rectificado.*—*Las definiciones matemáticas como sugerencias de la experiencia.*—Admitir que las ciencias matemáticas han nacido y se han desarrollado primero inductivamente y por la experiencia, no es, en modo alguno, admitir que el espíritu haya permanecido inerte delante de la naturaleza y que todas sus nociones no sean más que copias inalteradas del objeto. No tenemos más que referirnos á lo que la Psicología nos dice de la formación de las percepciones primero y de los conceptos después, para ver el trabajo directo que el espíritu aporta en todo conocimiento: disocia y asocia, analiza y combina, *abstrae* y *generaliza* y, al fin, *simboliza*.

Esta generalización y esta abstracción, esta simbolización, no pueden hacerse más que por rectificaciones incesantes de las trasformaciones profundas aportadas á los hechos tal como la naturaleza los ofrece. El espíritu, sacando de la naturaleza las premisas elementales con las cuales compone las nociones matemáticas, las elabora, las transforma, las hace manejables, conforme á sus designios prácticos, á su naturaleza, y se libra de las sugerencias inmediatas de la experiencia. De tal modo que, al fin, se llega á creer, como los idealistas, que está en frente de nociones sacadas de su propio fondo sin el socorro de la experiencia. Además, las definiciones matemáticas, no son hechos brutos, ni aún hechos rectificados, abstractos, simbolizados, como algunos de nuestros conceptos inferiores; son *leyes, relaciones descubiertas por la experiencia* entre

los hechos; todas estas definiciones son construcciones, sistemas de relaciones, *sugeridas* por las relaciones que nos presenta la experiencia, pero que el espíritu hace suyas, en cierto modo, *engendrándolas por la ley de construcción que posee*.

Se podría objetar aquí: ¿cómo es que el aparato experimental ha desaparecido completamente, que la observación no viene constantemente á solicitar la atención como en las ciencias de la naturaleza, para afirmar lo bien fundado de las conclusiones que se obtiene? Pues, precisamente á causa de la simplicidad del objeto, de la facilidad de su estudio, por lo cual, las ciencias matemáticas han acabado muy velozmente su trabajo inductivo y descubierto las relaciones *fundamentales* de donde pueden deducirse todas las otras. Los cálculos, las figuras geométricas, recuerdan, sin embargo, la experiencia originaria. Y en ciencias como la Mecánica, en las cuales la forma deductiva es más reciente, el recuerdo de la experiencia es también más marcado.

En fin: en algunos de los trabajos recientes sobre el método matemático (Goblot y, sobre todo, L. Weber, etc.), se ha podido considerar que los cálculos algebraicos y las construcciones geométricas constituyen experiencias de un orden especial. Esta *experiencia ideal*, cuya materia sería siempre una construcción del espíritu, se distinguiría por esto de la experiencia en las ciencias de la naturaleza, pero sería semejante á ella en tanto que procedimiento metodológico. Parece, desde luego, que se puede ligar muy bien esta experiencia ideal á la experiencia en el sen-

tido ordinario de la palabra, es decir, á la experiencia sensible. ¿No parecerá ideal solamente porque ponga en juego relaciones abstractas de la experiencia sensible, pero muy lejanas de ella y tan habituales, como nociones del espíritu, que se olviden sus orígenes, como sucede también algunas veces en la Física misma á propósito de sus principios? En este caso, la experiencia ideal no sería más que un caso limitado de la experiencia común.

Sea lo que quiera de estas concepciones teóricas, notamos *de hecho* que la Física pone constantemente nuevos problemas á las ciencias matemáticas. Reclama, en efecto, de éstas, una traducción racional y deductiva de los nuevos sistemas de relaciones que descubre en la naturaleza. H. Poincaré ha insistido sobre los servicios que la Física presta también á las Matemáticas, provocando en estas últimas nuevas extensiones y nuevos progresos. Este hecho muestra bien que, bajo las sugerencias de la experiencia y por sistemas de relaciones ofrecidas por la experiencia, las Matemáticas son conducidas á estudiar nuevas funciones y á añadir, sin cesar, algo al cuerpo de doctrinas que nos presentan.

Por este ejemplo actual se puede conjeturar lo que ha debido pasar siempre en la historia de las Matemáticas y cómo se han desarrollado estas ciencias al contacto de la experiencia.

En resumen: lo que la experiencia ofrece á las Matemáticas es relaciones y sistemas de relaciones entre los hechos. Expresar estas relaciones y sus encañamientos sistemáticos de un modo claro y distin-

to, ese es su objeto. Desde luego, este es el objeto de todo conocimiento científico, que se refiere siempre á relaciones cuyos términos retroceden indefinidamente ante nosotros.

Por esto los empiristas se esfuerzan por mostrar que las Matemáticas no son ciencias aisladas y específicas, sino que deben ocupar un lugar en medio de las ciencias de la naturaleza que comprenden, desde luego, todos nuestros conocimientos científicos, cualesquiera que sean. Si las Matemáticas han llegado pronto á ser ciencias demostrativas y racionales es porque las relaciones entre los números, de los cuales se ocupan la Aritmética y el Algebra, y las relaciones entre las situaciones en el espacio, de las cuales se ocupa la Geometría, son conocidas por una experiencia inmediata y muy simple, de tal modo que, el espíritu, cree descubrirlas en sí mismo más bien que en la naturaleza.

Conclusión: Utilidad de la cultura matemática: el espíritu matemático.—Las cualidades de espíritu necesarias á la práctica del método matemático son, naturalmente, también las cualidades que desarrolla esta práctica; su enumeración mostrará la utilidad de la cultura matemática para la educación general del espíritu.

Pascal, al distinguir dos clases de espíritus, el *espíritu geométrico* y el *espíritu sutil*, determinaba las dos cualidades esenciales que debe esforzarse por poseer todo buen espíritu. No hay que decir que la cultura matemática desarrollará sobre todo la primera, y que ésta es, ante todo, necesaria á los matemáticos.

El espíritu geométrico es, primero, el espíritu lógico: *exacto* (que no se contenta jamás con lo aproximado), *preciso* (que evita con cuidado la confusión y el equívoco), *riguroso* (que no pasa de una idea ó de un juicio á otros más que estando autorizado estrictamente para ello por las reglas de la Lógica formal), *racional* (que no admite nada que no satisfaga absolutamente la razón); tiende siempre á poseer *ideas claras y distintas*, á la *evidencia*. Sabe utilizar todos los datos de una cuestión y no utilizar más que esos datos eliminando la negligencia y lo arbitrario á los desvaríos de la imaginación. Este espíritu debe presidir á toda deducción si se quiere que este procedimiento de razonamiento produzca la certeza.

Pero las Matemáticas, como se ha visto, conceden una parte á la intuición. Así, sobre todo en la resolución de los problemas y la invención, necesitan y desarrollan una forma de imaginación de gran valor, un espíritu de penetración y de *profundidad* que *ve*, no los detalles, sino las *razones* de las cosas, las propiedades ó los enlaces *característicos* y, por tanto, *esenciales* que permiten la deducción rigurosa de los resultados buscados.

CAPITULO VII

Nociones históricas sumarias sobre el método de las ciencias de la naturaleza.

- I. *Definición de esta expresión: ciencias de la naturaleza.*—
II. *Prehistoria de las ciencias de la naturaleza.*—III. *Epoca precientífica.*—IV. *El renacimiento. La Física positiva:*
A, *Ante todo es preciso desembarazarse de los defectos que habian condenado casi á la esterilidad al método escolástico.*
B, *Después, es preciso definir de un modo claro y distinto los procedimientos del método nuevo.*—V. *Aplicación de este método en la Mecánica y la Física modernas.—Las grandes hipótesis: la hipótesis cartesiana, la hipótesis atómica, la hipótesis newtoniana de las fuerzas centrales, la energética, las hipótesis mecanistas actuales y la teoría electrónica de la materia.*—VI. *Desarrollo de las ciencias biológicas: animismo, vitalismo, organicismo y mecanismo: esta última teoría es una teoría físico-química de la vida y una teoría evolucionista de sus diferentes formas.*—VII. *Las ciencias naturales (Geología, Mineralogía, Botánica, Zoología).*

I. DEFINICIÓN DE ESTA EXPRESIÓN: CIENCIAS DE LA NATURALEZA

La expresión “ciencias de la naturaleza” es equívoca, porque, si se admite que las Matemáticas tienen por objeto relaciones abstractas de la experiencia, son ciencias de la naturaleza.

Quizás se podría decir que las Matemáticas jamás consideran más que relaciones, mientras que las ciencias de la naturaleza, al lado de estas relaciones, considerarían también las realidades entre las cuales son establecidas.

Pero esto sería tener de las ciencias de la naturaleza una concepción que muchos considerarían como metafísica. En su estado actual, es cierto que estas ciencias ignoran la naturaleza última de las realidades que estudian. No tratan más que de establecer leyes, es decir, relaciones. Y es fácil apercibirse de que, aunque llegasen á definir una constitución de la materia, no sería más que por relaciones. Por ejemplo, la hipótesis atómica jamás podrá conocer de los átomos más que su figura (la cual está constituida por relaciones de situación en el espacio, es decir, por relaciones geométricas), su elasticidad y su impenetrabilidad (que resultan de las relaciones que nacen entre ellos, cuando se encuentran), su movimiento (es decir, su distancia, su relación con un punto fijo tomado por origen, etc....). La ciencia no establece, pues, más que relaciones, y jamás podrá decirnos una ciencia que ha alcanzado el fin de sus investigaciones, porque, ¿quien puede asegurarnos que no se nos revelarán hechos nuevos y que no descubriremos que este término no es más que la resultante compleja de elementos más lejanos aún? El átomo, para continuar nuestro ejemplo, que fué primero identificado con la molécula química, después con la molécula de los cuerpos simples, ó del hidrógeno, se descompone ahora en un sistema complejo de corpúsculos mucho más pequeños. Nada

nós indica que estemos al término de la descomposición. Es muy probable que, si no podemos apreciar los límites de nuestro universo en lo infinitamente grande, no podamos tampoco estar seguros de haber alcanzado nunca sus límites en lo infinitamente pequeño.

Así, las ciencias de la naturaleza, lo mismo que las ciencias matemáticas, no determinan aún y, sin duda, no determinarán jamás, más que relaciones.

La diferencia entre las ciencias de la naturaleza y las ciencias matemáticas, ¿estará en el método? Para los que creen que las Matemáticas son una creación del espíritu, esta diferencia es válida. No lo es para los empiristas. Y, dado que la Mecánica se presenta hoy bajo una forma exclusivamente matemática y que la Física y la Química tienden, cada vez más, hacia esta forma, se puede considerar que, entre las Matemáticas y las ciencias de la naturaleza no hay más que una diferencia de grado desde el punto de vista del método. En las primeras, el período experimental ha sido muy corto, porque se han percibido inmediatamente las relaciones simples que podían permitir la deducción. Por el contrario, en las ciencias de la naturaleza, el período experimental se prolonga indefinidamente á causa de la complejidad del objeto.

Parece prudente concluir que, entre las ciencias matemáticas y las ciencias de la naturaleza, todas las diferencias son del mismo orden que la precedente; no son más que de grado. Pero estas diferencias de grado son suficientemente sensibles para que estas dos especies de ciencias constituyan dos dominios fácilmente delimitables. *Grosso modo* se puede decir que, nos

ocupamos en una investigación matemática cuando empleamos la deducción y no comprobamos *experimentalmente*, de un modo consciente y reflexivo, las premisas de las cuales partimos, porque nos parecen evidentes ó se deducen de premisas evidentes. Por el contrario, estaremos en el dominio de una ciencia de la naturaleza cuando pedimos, de un modo consciente y reflexivo, á la experiencia la comprobación de las proposiciones á partir de las cuales razonamos y de los resultados á los cuales lleguemos.

La primera de estas ciencias parece, entonces, que es la Mecánica, que descansa sobre las leyes experimentales descubiertas por Galileo y Newton: principio de la inercia, de la acción y reacción, de la independencia de los movimientos. La Mecánica es la ciencia de las desviaciones en el espacio de las *masas* materiales ó de las *transformaciones del movimiento*. Se diferencia de una ciencia puramente matemática en que apela á la experiencia para establecer los principios de esta transformación.

La Física puede ser definida: la ciencia de las *transformaciones de la energía*.

La Química puede ser definida: la ciencia de las *transformaciones de la materia*.

Por último: la Psicología puede ser definida: la ciencia de las *transformaciones de la materia viva*.

Las ciencias psicológicas y sociales merecen ser clasificadas aparte, aunque, muy verosíblemente, entre ellas y las ciencias de la naturaleza no hay más que diferencias de grado (como entre las Matemáticas y las ciencias de la naturaleza), porque hacen in-

tervenir la *conciencia* y necesitan procedimientos técnicos especiales en la observación y en la experimentación.

II. PREHISTORIA DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA.

Ya hemos dicho que la explicación de las cosas de la naturaleza ha sido proporcionada primeramente por los mitos religiosos. Los ritos mágicos nos muestran ya un progreso, muy débil aún, en la curiosidad del hombre y en los medios por los cuales trata de satisfacerla. Se ve apuntar en ellos la idea de que los fenómenos influyen los unos sobre los otros y de que la observación puede descubrir esta influencia.

Por último: las artes técnicas obligan á dar un paso decisivo á sus investigaciones, eliminando progresivamente la idea de lo sobrenatural y provocando los primeros empleos de la experiencia.

En todas las civilizaciones orientales lo que se encuentra relativamente al estudio de la naturaleza es mitos religiosos, ritos mágicos, reglas sacadas del empirismo técnico, todas ellas muy confusas y caóticas.

III. EPOCA PRECIENTÍFICA.

Al comienzo de la civilización griega nada parecía haber cambiado (Hesiodo). Pero, con Pitágoras, con los Siete Sabios de Grecia y, sobre todo, más tarde, con Platón, Euclides y los matemáticos griegos, la Geometría toma su aspecto científico casi definitivo. Entonces comienza la ciencia tal como la definimos hoy. Inmediatamente se trata de dar una forma científica á las investigaciones sobre la naturaleza.

Sólo que, como ya hemos visto, seducido por los

resultados alcanzados en Geometría, el espíritu humano cree poder descubrir, en todos los dominios, algunos principios muy simples, evidentes por sí mismos, de donde se pueda deducir la explicación completa de los objetos que se estudia. Los griegos no intentan nada menos que realizar, según este método, la ciencia del universo todo, la ciencia de toda la naturaleza, la *ciencia universal*.

Por consiguiente, no es posible esperar otra cosa sino que las investigaciones permanezcan, durante largo tiempo aún, en un período precientífico, porque la naturaleza es demasiado compleja para que se pueda percibir inmediatamente los principios necesarios y suficientes de su explicación; así, los pensadores griegos, no nos presentan más que un verdadero caos de investigaciones á cuál más aventuradas á propósito de las ciencias de la naturaleza. Casi todas las hipótesis son ensayadas, pero bajo una forma muy grosera, y siempre, en lugar de apelar á la experiencia metódica, se contentan con experiencias muy vagas, en las cuales, sus autores, creen tener la intuición de los primeros principios de la Física, así como los geómetras habían logrado alcanzar la intuición de los axiomas y definiciones preliminares de la Geometría.

La investigación más sistemática á propósito de la naturaleza, la imaginación mejor dirigida, aunque continúe siendo una imaginación fundada sobre el método intuitivo y no sobre un método experimental riguroso, están representadas por la Física de Aristóteles que, por circunstancias históricas, será la Física tradicional hasta el siglo xvi. La forma de esta Física

parece haber sido determinada por dos circunstancias principales:

1.ª Tratando constantemente de representarse por una *intuición del espíritu* la razón de ser de los fenómenos naturales, se debía llegar á encontrarla en las *ideas*, las *opiniones* que nos formamos, en general, de estos fenómenos. Trascrita de un modo científico, esta tendencia venía á ser un método que, con ayuda del razonamiento lógico y oponiendo unas á otras las opiniones individuales, trataba de alcanzar una definición del fenómeno que pudiese imponerse á todo el mundo, un concepto que pareciese *necesario* y *universal*. Encontrar una *idea* que definiese cada fenómeno de un modo satisfactorio desde el punto de vista lógico, debía, pues, ser el fin de la ciencia;

2.ª Por otra parte, los hábitos geométricos que habían contraído los pensadores griegos, puesto que la Geometría fué la primera ciencia que se cultivó con éxito, conducían fatalmente á reducir todas las cosas á abstracciones y á desdeñar los datos de los sentidos. Recordemos que, en efecto, por una abstracción que se alejaba sin cesar de la diversidad y de la confusión que presenta la experiencia sensible, había logrado la Geometría encontrar algunas relaciones muy simples de donde se pudo deducir por el razonamiento consecuencias cada vez más numerosas y complejas. Esta nueva razón obraba en el mismo sentido que la primera para lanzar al físico á buscar la explicación de las cosas en ideas abstractas, concebidas intuitivamente y sin el auxilio directo de la experiencia, ideas análogas á las nociones geométricas.

Aristóteles, resumiendo estas tendencias del pensamiento griego, consideraba, siguiendo á Sócrates y á Platón, que la experiencia sensible no podía servir, á lo más, para otra cosa, que para proporcionar á nuestra razón la ocasión de apercibir, por una intuición directa, la naturaleza propia de las cosas. La Física consistía, pues, en elaborar ideas abstractas, definiciones de cada fenómeno que den la naturaleza esencial de estos fenómenos y que establezcan entre estas ideas abstractas las relaciones que les convienen. Pero las relaciones entre ideas no pueden ser establecidas más que por el silogismo. El método científico se reducía, pues, á una dialéctica silogística.

Esta concepción entrañaba tres consecuencias muy importantes:

1.^a Un concepto no puede definirse más que por sus diferentes atributos. La Física buscará, pues, para las ideas que se forma de los fenómenos, los atributos que convienen á ellos, y las relaciones que establecerá entre los fenómenos, no serán otras que las relaciones que el silogismo permita establecer entre una idea y sus atributos. Pero todo atributo expresa una *cualidad*. La Física se reducirá, pues, al estudio *cualitativo* de las cosas. El mundo será concebido como un conjunto de cualidades sistemáticamente ligadas entre sí. Por ejemplo, será formado por cuatro elementos fundamentales que son las cuatro cualidades generales que distinguen los diferentes cuerpos: lo pesado, lo ligero (ó aire), lo caliente (fuego ó éter), lo húmedo. La combinación química (mixto) era considerada como la aparición de una nueva cualidad, de una nueva forma

(porque las cualidades se llamaban formas) que reemplazaba las otras cualidades, las otras formas que definían los cuerpos de los cuales resultaba la combinación.

2.^a Por lo mismo que no se recurría á realidades sensibles experimentales para dar razón de las cosas, sino á ideas abstractas, irreales, los principios de explicación no podían ser sino *ocultos*, es decir, invisibles. Y la imaginación era libre para inventar tantas *cualidades ocultas* como le hacía falta para explicar las cosas.

Bien pronto, todo hecho fué explicado por una propiedad *oculta* que, en realidad, no hacía más que duplicar, con una nueva incógnita, el hecho que se quería explicar. Es fácil comprender que este método debía permanecer durante mucho tiempo estéril.

3.^a En un sistema que se funda únicamente sobre la consideración de las cualidades, ¿cómo se puede explicar la relación de las cualidades entre sí, es decir, la causa que hace aparecer esta ó aquella cualidad en lugar de otras? Hay, para esto, un medio completamente natural. Es suponer que ciertas cualidades tienen *afinidades* entre sí, por consiguiente, que tienden á evocarse las unas á las otras. Así es como, en toda la Física antigua y de la Edad Media, se introdujo la idea de la *causa final*. Una transformación tiene lugar porque un cuerpo, definido por esta ó aquella cualidad, tiende á tomar naturalmente, si nada se opone á ello, tal ó cual cualidad distinta, en afinidad con las primeras. También era muy natural considerar que, las cualidades, formaban, en cierto modo, una jerarquía y que

las cualidades inferiores tendían constantemente á ceder el puesto á las cualidades superiores. Así, el universo físico era considerado como un sistema armonioso y providencial donde, por el efecto de las causas finales, todas las trasformaciones trataban de realizar la mayor perfección.

IV. EL RENACIMIENTO.—LA FÍSICA POSITIVA.

Durante toda la Edad Media la doctrina de Aristóteles, desde luego singularmente alterada para ponerla de acuerdo con el dogma religioso, reinó casi en absoluto. En efecto: la Iglesia encontraba en esta doctrina una concepción del mundo que se aliaba bastante bien con sus dogmas y que convertía también á la ciencia en la "esclava de la Teología" (*ancilla Theologiae*). En algunos espíritus atrevidos se puede encontrar, sin duda, la conservación de la verdadera tradición griega (el realismo y la libre investigación), especialmente á fines del siglo XII, época en la cual hubo un verdadero Renacimiento anticipado. Pero estas iniciativas fueron sofocadas por la Escolástica, cuya concepción científica dominó absolutamente á partir del siglo XIII, sin que logran sustituir la por una concepción científica que satisficiera las necesidades de la investigación.

Tal concepción no aparece hasta el siglo XVI, con el Renacimiento. Leonardo de Vinci y, sobre todo, Galileo, son sus protagonistas. F. Bacon y Descartes analizan el espíritu de un modo penetrante, el primero en el *Novum Organum*, la Lógica nueva opuesta á la de Aristóteles; el segundo en el *Discurso del Método*.

las *Reglas para la dirección del espíritu* (*Regulæ ad directionem ingenii*), la *Geometría*, la *Dióptrica* y los *Meteoros*.

La Física vuelve á seguir entonces la verdadera tradición helénica: la libre investigación, que no tiene por objeto más que alcanzar la verdad, sea esta la que quiera. Solamente que adquiere una conciencia mucho más clara de las necesidades de este método en lo que concierne al estudio de los fenómenos complejos de la naturaleza.

A) *Necesita, primeramente, desembarazarse de los defectos que habían condenado casi á la esterilidad al método escolástico.*—1.º Se debe abandonar la investigación de las ideas generales y el método puramente abstractivo, que se limita á una descripción sumaria y superficial de los fenómenos. Conforme á los esfuerzos del nominalismo, se volverá al estudio de los hechos particulares, individuales, es decir, de las cosas que existen, tales como existen, y no de las abstracciones: se buscará su verdadera naturaleza.

2.º Consecuencia de esta vuelta á la naturaleza y á las realidades existentes, se proscribe en absoluto la explicación por medio de algo invisible ó ininteligible, por consiguiente, toda cualidad *oculta*;

Se tratará de formarse de todas las cosas ideas claras y distintas, ó al menos, de deducirlas de nociones claras y distintas, evidentes, que el espíritu comprenda y penetre claramente sin que pueda despertarse duda alguna acerca de su significación (Descartes: primer precepto del método y párrafo II de la segunda parte del *Discurso del Método*). Los axio-

mas y las definiciones de la Geometría y de la Aritmética son buenos ejemplos de estas nociones claras y distintas que deben reemplazar las cualidades ocultas, como principios de explicación.

3.º *Se rechazará completamente la noción de causa final* que, como dice Bacon, es una "virgen estéril".

Es preciso hacer notar aquí que, el método seguido por los griegos en Geometría, al contrario de su método físico, descansaba precisamente sobre esta doble base: considerar en los hechos particulares relaciones singulares y no ideas generales. El estudio del triángulo consistía en buscar primero todas las propiedades particulares del triángulo y no lo que el triángulo puede tener de común con los otros polígonos.—Por otra parte, jamás se trata en Geometría de relaciones de finalidad, sino siempre de relaciones de la razón á la consecuencia, del elemento á la resultante—. En cuanto á la eliminación de las cualidades ocultas y al gusto por las realidades naturales, es también innegable que el profundo amor de los griegos por la naturaleza no dejó felizmente de ejercer influencia sobre los pensadores que se inspiraron en la cultura helénica.

B) *Después, es preciso definir de un modo claro y distinto los procedimientos del método nuevo*.—El método del Renacimiento, en las ciencias de la naturaleza, tiene un doble aspecto: experimental, en cuanto trata de encontrar las causas y las leyes de los fenómenos naturales; matemático, en cuanto tiende, con ayuda de estas causas y de estas leyes tomadas como elementos, á construir de un modo racional y matemático el mundo. Importa notar este doble carácter, por-

que con mucha frecuencia se declara que el método del Renacimiento en las ciencias de la naturaleza es únicamente el método experimental y se olvida que este no es, en realidad, más que el primer momento del método, estando constituido el segundo por la reconstrucción, gracias al razonamiento matemático, de los fenómenos naturales á partir de los elementos encontrados por la experiencia. Estos dos momentos seguirán siendo esenciales en el método moderno de las ciencias de la naturaleza y aún se puede decir que, hasta fines del siglo XVIII, el segundo tendrá mucha más importancia que el primero. Las ciencias de la naturaleza tratarán mucho antes de ser una matemática del universo que de ser su explicación experimental.

Al comienzo del siglo XVII, desde luego, estas dos partes del método constituyen, cada una, el objeto de una exposición detallada: los procedimientos experimentales en el *Novum Organum* de Bacon y los procedimientos de la exposición matemática en el *Discurso del Método* de Descartes. Estos dos tratados, juntos, forman el manifiesto del método nuevo. Pero el de Bacon no ejercerá apenas influencia antes del fin del siglo XVIII.

1.º Descartes supone que, en cada cuestión física, se podrá determinar las "naturalezas simples", es decir, los elementos, las proposiciones primeras, los principios necesarios á la solución de la cuestión.

Estas nociones elementales son obtenidas por un *análisis*, es decir, por un método análogo al método matemático de reducción. Se trata de remontarse de un

hecho, considerado como un resultado complejo que nos ofrece la naturaleza, á los elementos que le componen, por un razonamiento metódico (segundo precepto del método, en el *Discurso del Método*, segunda parte.— Véase también párrafo 11 de esta parte). Es de advertir que, en esta regresión, hay que detenerse cuando se llega, sea á hechos ya conocidos, sea á nociones tan evidentes y simples que sea imposible remontarse más. Su evidencia nos basta, y, al mismo tiempo, nos indica el término de la operación analítica. Estas nociones son las que nos ha definido ya el primer precepto del método.

Después es preciso que, por relaciones matemáticas establecidas entre estos elementos y sus consecuencias, se pueda volver á descender á la solución de la cuestión, á lo que se quiere explicar; esto es la *síntesis*, la sistematización matemática (análoga al método sintético empleado por Euclides en Geometría) (tercer precepto del método).

2.º Se ve, desde luego, que Descartes concede demasiado á la intuición, al razonamiento puro, á pesar de las enseñanzas que ha sacado del fracaso de la Escolástica. El razonamiento matemático, si se le quiere aplicar á las realidades físicas, necesita de una base tomada á estas realidades.

El análisis, la investigación de las “naturalezas simples”, de los elementos, de los principios, no será, pues, fecundo más que si es perseguido por la inducción, es decir, por el método experimental. Es lo que ha comprendido bien Bacon.

Examinemos, por ejemplo, la explicación que da

Descartes del arco iris. En líneas generales se reduce á esto.

Si se considera que cada gota de agua dispersa el rayo luminoso como un prisma, y si se supone que en la atmósfera están en suspensión pequeñas gotas de agua, se explica completamente la naturaleza y las apariencias del arco iris.

Desde luego se ve que este método, no puede ser legítimo más que si se ha comprobado primero, como exige Bacon, por la *investigación experimental de las causas*, toda la parte analítica del razonamiento y el punto de partida de la síntesis. Sería, pues, preciso haber observado que, siempre que hay arco iris, hay pequeñas gotas de agua en la atmósfera (cascadas, surtidores, lluvia).

Por eso Bacon propone que, á propósito de todo fenómeno que se trate de explicar, es decir, de reducir á sus elementos, á sus causas, se trace una *tabla de presencia* de los fenómenos semejantes á los que se quiere estudiar. Exige aún que, por una *tabla de ausencia*, se muestre que, en todas las circunstancias en las cuales se podría esperar que apareciese el arco iris, no se produce si no hay pequeñas gotas de agua suspendidas en la atmósfera. Por último, encuentra que, si el fenómeno que se estudia es susceptible de variación, conviene establecer una *tabla de grados*, que mostrará, por ejemplo, que el arco iris es tanto más brillante cuanto el número de gotas en suspensión es más numeroso ó cuanto más viva es la fuente luminosa. Todas estas experiencias permitirán eliminar los elementos que no representan papel alguno en la producción de los fenómenos,

las malas hipótesis, y restringir gradualmente el número de aquéllas entre las cuales se encuentra la buena.

Después de este trabajo habrá que comprobar precisamente, entre las hipótesis que quedan como posibles, cuál es la buena, por uno de los métodos de experimentación, de los cuales Stuart Mill ha dado mucho más tarde las fórmulas hoy tradicionales y cuya idea se puede encontrar en la teoría *baconiana de los hechos solitarios*. Estos hechos muestran, ya la *aparición* del efecto en las circunstancias más *desemejantes*, con tal que uno de ellos (la causa) esté siempre *presente*, ya la desaparición del efecto en las circunstancias más *próximas*, con tal que una de ellas (la causa) *no se produzca* ya. Estos dos métodos se aproximan mucho al método de concordancia y al método de diferencia de Stuart Mill.

El rasgo característico de este método será, pues, preparar, allí donde sea posible, la deducción matemática por una investigación experimental y rigurosa, y allí donde la deducción parezca imposible, atenerse á esta investigación experimental. Es preciso:

1.º Que la experiencia sea extremadamente precisa; así, deberá consistir siempre en medidas efectuadas sobre las diferentes propiedades de los fenómenos.

2.º Que se busque constantemente, con la ayuda de estas medidas, las relaciones que unen estas diferentes propiedades, de modo que se muestre cómo las unas varían *en función* de las otras, es decir, que se trate de manifestar sus relaciones de causalidad; las ciencias de la naturaleza pueden, pues, también, definirse como la

investigación de las causas; la verdadera ciencia es la ciencia de las causas (*vere scire est per causas scire*). Por causa de un hecho se entiende otro hecho que trae consigo la aparición del primero, ó sea, su antecedente necesario.

En resumen, en las ciencias de la naturaleza:

a) *Sola la experiencia es capaz de proporcionar el punto de partida de la investigación científica y la comprobación de sus resultados*.—A las experiencias relativas á hechos particulares y reales y no á abstracciones generales, es á las que debemos pedir que nos enseñen las relaciones de los fenómenos, relaciones que constituirán las leyes físicas. Y, por otra parte, si de estas leyes deducimos previsiones concernientes á un fenómeno particular, será preciso pedir aún á la experiencia que compruebe estas previsiones. Toda generalización se apoyará, pues, sobre la experiencia y no será admitida más que previa comprobación experimental.

b) *Sistematización matemática*.—Pero generalizar es establecer una fórmula tal que de ella se pueda deducir consecuencias particulares y previsiones á propósito de todo un conjunto de hechos. Esta deducción debe ser precisa y no vaga como la que permite el razonamiento ordinario que se formula por silogismos. Ahora bien, tenemos un instrumento de deducción precisa: la deducción matemática. Tendremos, pues, que formular, la ley que sacamos de la experiencia, bajo una forma matemática, de tal manera que se pueda deducir primero, por el cálculo, la marcha de todos los fenómenos que obedecen á esta ley y que se pueda, después, ligar esta ley á las otras leyes, por relaciones matemáti-

cas, para deducir las unas de las otras en la medida en que esta sistematización sea posible.

V. APLICACIÓN DE ESTE MÉTODO EN LA MECÁNICA Y EN LA FÍSICA MODERNAS. — LAS GRANDES HIPÓTESIS.

Hemos dicho que este método, á la vez experimental y matemático, aunque haya sido descrito casi al mismo tiempo en su aspecto experimental y en su aspecto matemático, no había sido aplicado íntegramente; la influencia de Descartes y del lado matemático del método tuvieron primacía sobre las ideas experimentales de Bacon. Así, las ciencias de la naturaleza, aunque, á partir del Renacimiento, se encaminaban hacia su fase definitivamente positiva, tardaron un cierto tiempo en realizar esta transformación. Primero, sólo la Mecánica se presentó como positiva, porque las experiencias necesarias para la elaboración de sus principios son relativamente simples, aunque lo sean menos que en Geometría, y habían sido proseguidas, durante toda la Edad Media, sobre las bases dejadas por Arquímedes. El razonamiento matemático puede, pues, aplicarse en ella casi directamente, sin recurrir continuamente á la experiencia. A pesar de los errores debidos á este olvido de la experiencia, especialmente por parte de Descartes, la Mecánica logró desarrollarse de un modo normal. Pero la Física propiamente dicha tuvo que defenderse más contra un método intuitivo demasiado simplista, debido siempre á la precipitación con la cual se quiere

pasar por encima de la experiencia para desarrollar la ciencia de un modo puramente matemático.

Como dice Descartes, se buscó exclusivamente en las intuiciones geométricas las nociones elementales que deben estar en la base de la Física. Se trató de deducir todos los fenómenos físicos de los movimientos de los torbellinos, de los cuales era el asiento la *extensión*, identificada, sin otra especificación alguna, con la materia. Esta hipótesis atrevida, no autorizada por un análisis experimental, suficientemente adelantado, de los fenómenos físicos, recuerda demasiado las ideas arbitrarias del espíritu de la antigua física. Sin embargo, es una concepción moderna, porque Descartes *pide solamente al razonamiento matemático* las deducciones que han de permitir llegar á conclusiones que se puedan confrontar con la experiencia. De esta suerte, si la hipótesis es injusta, podremos advertirlo, mientras que, en la Física antigua, era siempre posible hacer intervenir, por medio del razonamiento, intuiciones nuevas (cualidades ocultas) y permanecer en una descripción tan vaga que pareciese siempre confirmada por la experiencia.

El rigor matemático estricto que restringe las conclusiones que se pueden sacar de la hipótesis de Descartes parece precisamente manifestar, desde luego, su insuficiencia en relación á ciertos hechos experimentales. Es preciso corregir las leyes del choque (Huyghens) y la expresión de la cantidad constante que caracteriza un sistema aislado (Leibniz).

Estas dos correcciones hacen imaginar dos hipótesis nuevas que sustituyen á la hipótesis de Descar-

tes. En estas hipótesis, la materia es discontinua. está formada por partículas muy pequeñas: los átomos. Sólo que, en la una, el átomo es inerte, como la materia de Descartes; su movimiento procede únicamente del exterior por los choques que sufre, provenientes de otros átomos que, como todos, se supone son perfectamente elásticos. Esta hipótesis atomística sostenida por Huyghens es una renovación de la hipótesis de Demócrito, de Epicuro y de Lucrecio, emprendida ya, en vida de Descartes, por Gassendi.

En la otra hipótesis, que ha sido deducida de los descubrimientos mecánicos de Leibniz y de los de Newton relativos á la atracción universal y que ha sido expuesta por el P. Boscovitch y, más tarde, por Laplace y por Kant, los átomos son reducidos á puntos inmateriales, centros de fuerza que obran los unos sobre los otros, de modo que den cuenta, á distancias sensibles, de la atracción y, á distancias insensibles, de la cohesión.

Hoy parece que la Física ha subordinado definitivamente la sistematización matemática y racional á los resultados de la experiencia. Así, se encuentran conciliadas las dos grandes ideas que se han manifestado en la época del Renacimiento con respecto al método de las ciencias de la naturaleza: el sistema principalmente experimental de Bacon y el sistema principalmente racional de Descartes.

Sin embargo, en la aplicación de este doble método, se encuentra aún divergencias notables.

Los unos no quieren que la sistematización matemática se anticipe á la experiencia actual y se añada á

ella. Proscriben, en esta sistematización, toda hipótesis y se limitan á buscar una descripción matemática de la experiencia, que tienta, sobre todo, á los espíritus abstractos. Aunque, sin duda, se pueda tratar de realizar esta idea fundando toda la Física sobre la Mecánica (convirtiendo, simplemente, las ecuaciones de la Mecánica en las formas generales y simbólicas que sirven para expresar las leyes naturales), la mayor parte de sus partidarios se ligan actualmente á la *escuela energética*. Se la llama así porque considera como principios primeros de las ciencias de la naturaleza, no las leyes de la Mecánica tradicional, sino los dos principios de la energía, generalización de las dos leyes fundamentales de la Termodinámica: la *conservación* y la *degradación* de la energía. En esta escuela se puede distinguir dos grandes corrientes. Para la primera, entre el resultado de los estudios de las principales propiedades físico-químicas, no puede haber más que analogías formales y matemáticas en las ecuaciones que traducen sus leyes, y la ciencia debe limitarse á ponerlas en evidencia sin poder alcanzar sobre ellas lo que las funda (es la *Energética formal*). Para la segunda, la realidad no es en sí misma más que energía; dicho con más exactitud, no es más que la transformación de la energía; las ecuaciones que permiten, en cada caso, los principios de la energía, al expresar estas transformaciones y su sentido, serían la expresión misma de la realidad toda (*Energética realista de Ostwald*).

Para los otros, la hipótesis realista y concreta es un elemento necesario del método y de la sistematización racional de las ciencias de la naturaleza. Es preciso an-

ticiparse por el razonamiento y la imaginación razonada á los resultados de la experiencia, buscar la contextura oculta de los fenómenos y tratar de explicar sus leyes. Esta dirección, que atrae, sobre todo, á los espíritus concretos, es la más "seductora" y la más fecunda según Nernst (*Revue scientifique*, 1910, t. II, 514) y la mayoría de los físicos contemporáneos. Como, siguiendo este camino, se liga estrechamente los fenómenos de la naturaleza al movimiento material, en la esperanza de reducir los primeros al segundo, y como la ciencia de este último es la *Mecánica*, se puede conservar para esta escuela el nombre de *mecanista*. Sin embargo, muchos de sus partidarios actuales, en lugar de deducir, como en otros tiempos, todas las leyes naturales de la Mecánica racional, no ven en esta más que las leyes de los movimientos particulares. Las leyes generales del movimiento las buscan en otra parte, especialmente en la teoría de la electricidad, como veremos inmediatamente. Pero, puesto que, en este caso, se trata siempre de explicaciones por medio del movimiento corpuscular, se puede aún aplicar á esta escuela, por una extensión natural, el nombre de *mecanista*. He aquí las principales clases de hipótesis á las cuales conducen estas concepciones:

La primera clase se enlaza con la hipótesis cartesiana. W. Thomson, por ejemplo, supone que *el espacio está lleno de un fluido homogéneo, et éter, cuyos movimientos en torbellinos forman ciertos centros de condensación ó de rotación que presentan todas las propiedades que se atribuye al átomo sólido y elástico*.

La segunda clase supone, por el contrario, que el

universo está constituido á la vez por un fluido homogéneo, el éter, y por átomos materiales que se mueven en este fluido. La materia ponderable estaría formada por los átomos; las diversas formas de la energía que conocemos: la luz, el calor, la electricidad, el peso, serían producidas por las ondulaciones del éter, efecto de las vibraciones de los átomos materiales. Se ha buscado en muchas ocasiones una representación de este medio etéreo cuyos elementos se conducen como resortes que se tienden y se destienden (Maxwell). Pero estas representaciones son siempre muy complicadas y poco satisfactorias (Maxwell mismo las ha abandonado). Esta teoría ha sido imaginada á continuación de los descubrimientos de Fresnel acerca de la naturaleza de la luz.

La tercera clase supone una constitución atómica, tanto para la materia ponderable como para el éter. El éter sería simplemente el límite máximo de rarefacción de los átomos por unidad de volumen. La imagen de la naturaleza estaría constituida por el vacío y pequeñas esferas elásticas que se moverían en línea recta en este vacío en tanto que no encontrasen otras esferas del mismo género. La teoría cinética del gas, de Clausius, ha sido la que ha dado origen á esta concepción; el estado gaseoso es considerado como el estado más simple de la materia, á menos que se considere como un estado nuevo (estado radiante) el de un gas rarificado hasta la presión 10^{-6} de atmósfera. La transmisión de las acciones energéticas (luz, calor, electricidad) sería debida á los movimientos periódicos de los átomos del éter.

Una cuarta hipótesis, debida al Dr. Gustavo Le Bon,

considera que la materia es una condensación formidable de energía en ciertos estados de equilibrio del éter, estados suficientemente estables para que hayan sido considerados como indestructibles (átomos). La viveza de los torbellinos del éter ó de sus elementos constitutivos explicaría esta condensación de energía. Pero la estabilidad de la materia (del átomo) no sería eterna; la materia se *desmaterializaría* poco á poco, volviendo al *éter imponderable* y esta desmaterialización, liberando á la energía intra-atómica, sería el origen de las grandes fuerzas naturales (calor, electricidad, radio-actividad, etc.).

Desde luego, esta teoría es presentada por su autor más bien como una indicación filosófica muy general que como una construcción científica rigurosa. Por esto ha sido criticada por físicos de mérito que creen que la *conservación de la energía* y la *indestructibilidad de la materia* (en un sentido más amplio que el del antiguo mecanismo: en el sentido de sustrato último de todos los fenómenos), de las cuales el Dr. Le Bon hace caso omiso, deben ser mantenidas por la Física á título de *invariables necesarias*.

La quinta clase de hipótesis, á la cual se acogen en la actualidad la mayor parte de los físicos, identifica la materia y la electricidad. Se trata de la teoría electrónica. Los electrones son los elementos últimos de toda realidad física. Son simples cargas eléctricas ó modificaciones del éter simétricamente distribuídas en torno á punto y que representan perfectamente, en virtud de las leyes del campo electro-magnético, la inercia, propiedad fundamental de la materia. La materia no es,

pues, más que un sistema de electrones. Según el sentido de las modificaciones del éter (modificaciones aún desconocidas), los electrones son positivos ó negativos: un átomo material está formado por estas dos clases de electrones. Los electrones negativos, ó al menos una parte de ellos, se moverían en torno de la parte restante como los planetas en torno del sol. (Todo esto está aún muy mal conocido, sobre todo el elemento positivo.) Las fuerzas moleculares y atómicas no serían así más que manifestaciones del movimiento de los electrones, del mismo modo que las diferentes modalidades de la energía (luz, electricidad, calor). Consecuencia notable: la masa ponderable no sería constante más que á vivezas medias; pero, como función de la velocidad, aumentaría con ésta tanto más rápidamente cuanto más nos acercásemos á la velocidad de la luz. Esta hipótesis supone, pues, ya elementos electrizados y éter, ya éter solamente; el electrón no sería otra cosa que una modificación, rarefacción ó condensación (?), del éter.

Como se ve, todas estas hipótesis tienen, como elementos fundamentales, desviaciones, velocidades, fuerzas, aceleraciones, es decir, elementos cinéticos, por consiguiente mecánicos. Descansan sobre una teoría molecular de la materia. "No es esta la ocasión de examinar si la hipótesis molecular responde á la realidad. Lo cierto, y lo único importante y decisivo, es que, la hipótesis molecular, constituye, en todas las ciencias de la naturaleza..., un auxiliar de tal valor que jamás la especulación teórica ha proporcionado otro tan vasto ni tan poderoso." (Nernst, 518.)

VI. DESARROLLO DE LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS.

Acabamos de ver que, el método experimental y racional, triunfó casi inmediatamente en Mecánica.

En Física se había acumulado cada vez resultados experimentales; pero fué precisa una lucha larga para eliminar las concepciones precipitadas con ayuda de las cuales se trataba de sistematizar estos resultados, sin esperar de la experiencia indicaciones suficientes ó sin distinguir con claridad las certezas de las hipótesis.

En Química, los resultados experimentales se hicieron esperar más tiempo. La experimentación precisa y metódica apenas se remonta más allá de Lavoisier y del fin del siglo XVIII. En cuanto á la sistematización racional, que durante el siglo XIX se ha efectuado de un modo bastante prudente con la ley de las masas y de los pesos, después con la teoría de los equivalentes y, por último, con la teoría atómica, no se distingue ya hoy de las teorías sistematizadoras de la Física. Partiendo de los mismos principios, se trata de deducir las trasformaciones de la energía (fenómenos físicos) y las de la materia (fenómenos químicos). Así, las dos ciencias tienden á unirse estrechamente y á convertirse en dos ramas de un tronco único: las ciencias físico-químicas.

Si, en comparación con la Mecánica, las ciencias físico-químicas han manifestado un cierto retraso, es seguramente porque, con los fenómenos físicos y, sobre todo, con los fenómenos químicos, se tenía que experi-

mentar sobre hechos cada vez más complejos y cada vez menos generales.

En las ciencias biológicas los hechos que se presentan á la observación directa son aún mucho más particulares y mucho más embrollados. Así, apenas si en la segunda mitad del siglo XIX se ha comenzado á tratarlas completamente según el método cuyos rasgos generales hemos indicado. Hasta esta época, á pesar de los esfuerzos realizados por los médicos desde fines del siglo XVIII, la explicación seguía siendo singularmente escolástica. Los fenómenos eran muy mal conocidos y, obedeciendo á la tendencia del espíritu humano á dar una explicación definitiva aún de lo que conoce mal, se continuaba contentándose con una descripción superficial de los fenómenos y con una explicación por medio de cualidades ocultas.

Periodo precientífico.—El tipo de estas explicaciones se encuentra en las célebres teorías que dividieron á los médicos de la primera mitad del siglo XIX: el animismo y el vitalismo.

El *animismo*, sostenido, en parte, en otro tiempo, por Platón y Aristóteles, considera que, todos los fenómenos de la vida, son debidos á una fuerza inteligente, por tanto, al alma. A pesar de los médicos griegos, que habían buscado en los datos de la observación la razón de la salud ó de la enfermedad (teoría de los humores), á pesar de Descartes, que separa absolutamente el alma pensante de los hechos orgánicos y materiales, Leibniz, y, sobre todo, Sthal, sostienen que las operaciones vitales internas, aunque escapen al razonamiento, no dejan de ser efectos del alma.

Barthez y la escuela de Montpellier, persistiendo en creer que los fenómenos de la vida no pueden ser debidos más que á una causa especial, los refiere á una fuerza vital, diferente á la vez de las fuerzas materiales y del alma. De aquí el nombre de *vitalismo* dado á esta teoría.

Estas explicaciones volvían, exactamente como las explicaciones de la Física escolástica, á duplicar el fenómeno que hay que explicar con una nueva incógnita. Así, desde el comienzo del siglo XIX, la escuela de París, con Cabanis, Broussais, Pinel, Bichat, etc ..., inauguró un método más científico. Consideran la vida como una resultante y no como un principio, y buscan sus causas y sus elementos. Sólo que no los buscan con un método rigurosamente experimental y creen encontrarlos, siguiendo una concepción del espíritu, en las propiedades de los órganos considerados como los elementos independientes del cuerpo vivo. Cada órgano está animado por una fuerza particular, que, componiéndose con todas las fuerzas semejantes, mantiene la vida total (organicismo): "la vida es el conjunto de las fuerzas que resisten á la muerte". (Bichat.)

Por último, á mitad del siglo XIX, Claudio Bernard, en una obra célebre (*Introducción á la medicina experimental*), muestra que se puede aplicar á los fenómenos de la vida el método que ha obtenido tanto éxito en las otras ciencias de la naturaleza: el método experimental y racional. Así, en oposición á la fórmula de Bichat, escribe: "la vida es la muerte", queriendo indicar con esto que, para explicar la vida, no es necesario apelar á otras leyes que las de la materia inorgánica. Y, desde

entonces, las ciencias biológicas se esforzarán por perseguir esta explicación.

La idea de la finalidad en las ciencias de la vida.— Pero el método científico moderno no exige solamente que se excluya de toda explicación las cualidades ocultas y se apele únicamente á los elementos proporcionados clara y distintamente por la observación y la experiencia. Trata también, como hemos visto, de eliminar, en todas partes, el recurso á las causas finales, porque se presta demasiado fácilmente á la acción de la imaginación y porque no puede ser comprobado por la experiencia. Esta última parte de su tarea es la que parece más difícil de cumplir en las ciencias biológicas.

Claudio Bernard, que había visto que el método experimental debe ser aplicado en todo su rigor á las ciencias biológicas, creía, sin embargo, que era preciso conceder una cierta acción á lo que él llamaba una *idea directora* en la explicación de los fenómenos biológicos. Estos se agruparían según un cierto plan en todo ser vivo y estarían, en cierto modo, subordinados á este plan. Es el rejuvenecimiento de la teoría de Kant.

Este último creía también que la ciencia no debía apelar á consideraciones de finalidad. Sin embargo, admitía que, en los fenómenos demasiado complejos, para que se pudiese seguir aisladamente las diferentes series de relaciones causales que intervienen en la producción del fenómeno final, no se podía evitar recurrir al principio de finalidad; este principio era una *guía necesaria*. Así, si el principio de finalidad no era, como el de causalidad, un *principio constitutivo* de nuestro entendimiento, en el sentido de que una ciencia perfecta podía

evitar su consideración, al menos era un *principio regulador*, del cual no se podía prescindir para comprender ciertos hechos particularmente complejos.

Como todos los hechos concernientes á la vida son precisamente de este orden, Kant admitía que la ciencia de la vida se veía obligada á hacer intervenir las explicaciones finalistas.

Desde luego, por explicaciones finalistas no hay que entender aquellas explicaciones groseras que se daba en la ciencia antigua, subordinando algunos fenómenos á otros de un modo utilitario (ejemplos: la luna y las estrellas existen para iluminar la tierra por la noche; llueve para que las plantas crezcan). Por finalidad hay que entender, en vez de esta finalidad *externa* que subordina una cosa á otra, una finalidad interna, que impone una dirección convergente á los elementos de un mismo *todo*. En el interior de la cosa que se toma en consideración es donde encontramos una finalidad; hay una acción recíproca entre el todo y sus partes, de tal manera, que las partes no pueden existir más que en sus relaciones con el todo. El ser vivo tiene la propiedad de ser á la vez causa y efecto de los elementos que le constituyen. Si no existe más que por estos elementos, los elementos, á su vez, no existen más que por la vida del todo (ejemplo: las hojas concurren á asegurar la vida de un árbol, pero la vida del árbol produce las hojas). De otro modo, "la idea del todo determina la existencia de las partes".

De aquí resulta que, para comprender un ser vivo, será siempre preciso, según Kant, dejarse guiar por el principio de finalidad (aunque este principio no tenga

más que un valor subjetivo, es decir, no dependa de la naturaleza del objeto al cual se aplica, sino simplemente de una necesidad de nuestro espíritu para comprenderle).

Esta teoría tiene aún alguna influencia sobre cierto número de naturalistas. Estos naturalistas admiten, sí, en principio, el determinismo de los fenómenos biológicos, es decir, la necesidad de explicar estos fenómenos por las causas antecedentes; sin esto no habría ciencia. Pero consideran que esta explicación por las causas antecedentes, apela á hipótesis injustificadas si se la quiere hacer completa. En un momento dado, es preciso contentarse con describir los fenómenos de la vida con ayuda de la finalidad que parece manifestarse en ella. Con esto se acercan á los partidarios de la energética en Física, que, como se recordará, no piden á la ciencia más que una descripción de la experiencia y se niegan á entrar en el dominio de la hipótesis para buscar, más allá de la experiencia actual, los fundamentos de una explicación científica en los elementos de una experiencia futura. En este orden de ideas se han hecho trabajos de una gran importancia; después de haber comprobado la existencia de energías *específicas*, vitales, como condiciones de ciertos grupos de fenómenos biológicos (energía nerviosa, energía muscular, energía del trabajo, de las glándulas), y de haber tratado de establecer relaciones de equivalencia entre estas diferentes formas de energía, tanto entre sí como entre ellas y las diferentes formas de energía física ó química, en particular el calor que se encuentra siempre como residuo, mantienen la idea de una dirección ge-

neral, vitalista, en todas estas mutaciones de energía (Chauveau). Otros avanzan más aún en el camino del finalismo. Notan que, en el mundo orgánico, nada ocurre exactamente como en el mundo mecánico y que es preciso hacer siempre intervenir en la explicación consideraciones especiales de los fenómenos de la vida, "determinantes", ó causas, que descansan, en último término, sobre un esfuerzo específico por vivir y adaptarse, causas, pues, de orden vitalista y finalista (Driesch, Reinke). Bergson, en *La Evolución creadora*, ha sistematizado desde el punto de vista filosófico estas tendencias.

La teoría físico-química de los hechos biológicos.— Pero es preciso reconocer que, la mayor parte de los biólogos, consideran que, en estas teorías, hay un resto de Metafísica y aceptan, con todas sus consecuencias, que la vida no es más que un conjunto de fenómenos físico-químicos y, por consiguiente, mecánicos. Para la mayor parte de los sabios, el mecanismo se extiende, pues, á la materia viva.

a) Los fenómenos biológicos son reacciones químicas particularmente complejas é inestables. Se ha podido realizar numerosas síntesis de sustancias orgánicas (Berthelot). Y, si no se ha podido realizar, hasta hoy, la síntesis de un cuerpo que ofrezca todas las propiedades de la vida (asimilación, reproducción, automotilidad, etc.), al menos, cada día se disminuye el intervalo que separa las propiedades biológicas de las propiedades de la materia inorgánica (estudio de los coloides y de los cristales), y nada autoriza á decir que esta síntesis no será un día posible.

b) En cuanto á las formas particulares bajo las cuales se manifiesta la vida y que eran consideradas como la prueba más eficaz de un principio de orden y de finalidad en los fenómenos biológicos (permanencia de los tipos), constituyen el dominio en el cual la ciencia actual, gracias á la teoría de la evolución, ha eliminado la finalidad. La teoría de la evolución pretende, en efecto, que la forma de un ser vivo es la resultante de las reacciones mutuas de los fenómenos físico-químicos que constituyen su cuerpo y del medio.

En los seres vivos complejos se ve que se transforman según influencias aún desconocidas en su totalidad, pero que, al menos, en gran parte, dependen de la acción del medio; se crea constantemente nuevas variedades, y aún, en las plantas, nuevas especies. En cuanto á los seres simples, se puede crear experimentalmente nuevas variedades casi á voluntad (vacunas). Se considera, pues, que no hay solución alguna de continuidad entre un equilibrio físico-químico cualquiera y la forma de un ser vivo, sino que ésta es un equilibrio mucho más complejo.

Se puede decir que, cualquiera que sea la causa á la cual se refiera les modificaciones de forma de las especies (hábitos útiles é influencias del medio, con Lamarck; lucha por la vida y selección natural, con Darwin; mutaciones repentinas, con de Vries; cambios infinitesimales en la constitución de los gérmenes, con Naegeli, etc.), estas modificaciones son debidas, más que al determinismo físico-químico, á la acción de causas eficientes. Conviene, desde este punto de vista, ponerse en guardia especialmente contra las expresiones fina-

listas de las cuales se sirven algunas veces los malos intérpretes de la teoría evolucionista. Estas expresiones constituyen un contrasentido completo y son la adaptación utilitaria á un sentido puramente mecanista. Y la palabra "utilidad" no es más que una palabra cómoda para expresar el establecimiento de un *equilibrio mecánico*, obtenido por el simple juego de acciones y de reacciones rigurosamente determinadas las unas por las otras, es decir, por la mera acción de las causas antecedentes. Las modificaciones nuevas de las teorías de la evolución y del origen de las especies, lejos de destruir esta tendencia de los fundadores de la doctrina, no tratan sino de expulsar todo lo que *parecía* conceder al finalismo la adaptación utilitaria (*teoría de los tropismos* que explica mecánicamente los reflejos dejando á un lado toda noción de adaptación útil, *teoría de las mutaciones repentinas* y de la elección operada entre las variedades así creadas por el hábito, eliminando todo esfuerzo adaptativo, etc.). Estas modificaciones lo que hacen es poner aún más en claro el aspecto mecánico, y más riguroso y determinista, de los hechos biológicos. Proscriben con mayor intransigencia toda apelación á la finalidad.

VII. LAS CIENCIAS NATURALES.

La teoría de la evolución ha trasformado, pues, completamente lo que en otro tiempo se llamaba ciencias naturales: el estudio de las formas bajo las cuales se manifiesta la vida (Zoología, Botánica). Estas ciencias, en lugar de seguir siendo simples descriptio-

nes y clasificaciones de especies supuestas inmutables, descripciones y clasificaciones que absorbían en otro tiempo toda la atención de los sabios (Buffon, Linneo, de Jussieu, Cuvier, Geoffroy Saint-Hilaire) se han hecho explicativas. *Los tipos específicos son efectos de causas determinables.*

Así, los principios de clasificación, que constituían antes toda la metodología de estas ciencias (principio de la *subordinación de los caracteres*, de de Jussieu; principio de las *correlaciones orgánicas*, de Cuvier, deducido del principio de las condiciones de existencia ó de las causas finales: un rasgo de conformación dado atrae ó excluye necesariamente á otros; principio de las *conexiones orgánicas*, de Geoffroy Saint-Hilaire, deducido de un pretendido plan de composición de todos los seres vivos), si no han perdido toda su importancia, no tienen más que un valor accesorio y derivado: no son causas, sino efectos. Y el gran principio de clasificación es el árbol genealógico de las especies.

Pero la teoría de la evolución ha penetrado también en el mundo inorgánico. Las ciencias naturales de los cuerpos inorgánicos (Mineralogía, Geología, Astronomía física) no son ya únicamente descriptivas y clasificativas, son también explicativas.

Sin hablar de la hipótesis atrevida que descubre en las especies químicas simples los resultados de la combinación evolutiva de los elementos de una materia primera idéntica, es innegable que los cuerpos simples se clasifican en familias por sus propiedades análogas y que esta clasificación parece enlazarse á su estructura y á su peso atómico (ley de Mendeleef).

Pero la Geología es, sobre todo, la que se ha hecho evolucionista. Hasta fines del siglo XIX se creía que los diferentes aspectos geológicos de la tierra eran las huellas de creaciones sucesivas que manifestaban intenciones providenciales (*teoría catastrófica* de Cuvier), tendencias á formaciones sucesivas guiadas por las causas finales. Hoy, todos los fenómenos geológicos son explicados por la acción de *causas naturales y antecedentes*, de causas tales como se las concibe en Física: las modificaciones necesarias de los cuerpos de los cuales la tierra se compone, por efecto de sus reacciones mutuas. Nuestra tierra evoluciona como un ser vivo bajo la acción del medio, es decir, bajo la acción de los agentes mecánicos, físicos y químicos en medio de los cuales se encuentra colocada.

La superficie, en particular, es modelada por los agentes atmosféricos ó interiores. La sucesión de las edades geológicas no es sino la historia de esta evolución.

CAPITULO VIII

MÉTODO EXPERIMENTAL DIRECTO

Métodos de observación y de experimentación.—La hipótesis.—Las teorías.—Papel de la inducción y de la deducción.—Clasificación.

PRIMERA PARTE: *Examen de los métodos.*—I. *La observación directa de los hechos en las ciencias de la naturaleza material.*—II. *De la inducción en general. Cómo se hace una inducción:* A, *El punto de partida: la analogía.* B, *La hipótesis.* C, *La comprobación de la hipótesis:* a), *la experimentación en general;* b), *reglas de la experimentación;* c), *los cuatro métodos experimentales:* 1.º, *método de concordancia;* 2.º, *método de diferencia;* 3.º, *método de las variaciones concomitantes;* 4.º, *método de los residuos;* d), *valor comparado de estos métodos: práctica de su empleo.*—III. *El establecimiento de una ley natural: La medida y la expresión matemática de la ley.* A, *Determinaciones cualitativas.* B, *Determinaciones cuantitativas:* a), *las medidas;* b), *la expresión matemática de la ley (dos procedimientos:* 1.º, *representaciones gráficas;* 2.º, *ensayo de fórmulas simples);* c), *leyes aproximadas, leyes límites y leyes exactas;* d), *ventajas de este matematicismo.*—IV. *La deducción en las ciencias experimentales; los principios; conclusión general sobre el método.* A, *Usos particulares del método deductivo en las ciencias experimentales: el cálculo de los efectos partiendo de las causas y recíprocamente, gracias á la expresión matemática de las leyes naturales.* B, *Uso general del método deductivo en la ciencia experimental: La sistematización matemática.*

C, *Los principios*. D, *Ventajas de esta sistematización deductiva*. E, *Conclusión general sobre método experimental*. —V. *Las teorías ó grandes hipótesis*. —VI. *Resultados de las operaciones inductivas* (observación y experimentación). A, *Definiciones empíricas*. B, *Clasificaciones*. —SEGUNDA PARTE: *Problema lógico*. —VII. *Valor del método inductivo: El fundamento de la inducción*. A, *Posición del problema*. B, *Las soluciones*: a), *dogmáticas y metafísicas*: 1.º, la enumeración completa de los casos particulares; 2.º, la causa en el sentido de una fuerza natural; 3.º, el principio de las leyes inmutables de la naturaleza; 4.º, *teoría idealista* (Kant y los idealistas modernos); b), *empirismo*; c), *justificación de la inducción*: 1.º, el razonamiento inductivo tiende, sin embargo, hacia una necesidad cada vez más comprobada; 2.º, la legitimidad de la inducción es la posibilidad de una deducción futura. —VIII, *La certeza del método experimental*. —IX. *Ejemplo general*.

Por fácil que sea, en general, la comprobación de los hechos en las ciencias de la naturaleza material (más simplemente, de la *naturaleza*), estamos obligados á tomar ciertas precauciones, á recurrir á ciertos instrumentos para aislar y definir los fenómenos mismos.

La observación es directa, pero requiere ciertas reglas metódicas: "Los hechos de la naturaleza ofrecen mil situaciones, revelan mil tendencias, se dan en mil relaciones accidentales de las cuales importa desprenderlos para que la investigación de sus determinantes no se extravíe y no sea falsa la explicación. Frecuentemente, la naturaleza ofrece por sí misma á la observación los fenómenos que hay que explicar; la atención basta entonces para discernirlos bien de los otros. Pero, algunas veces, no tenemos de ellos más que una visión incompleta y demasiado rápida. Sin hablar de los fenó-

menos cuya pequeñez excesiva ó su extremo alejamiento los habrían ocultado siempre á nuestros sentidos sin el concurso de instrumentos tales como la lente, el microscopio, el telescopio, los hay que, aunque visibles, no se dejan fácilmente observar y determinar. Tales son los fenómenos eléctricos; no se puede fijar el rayo que ilumina la nube. Así, antes de pensar en explicar los fenómenos eléctricos, ha sido preciso producirlos artificialmente en condiciones en las cuales fuesen observables. En este caso, la experimentación interviene ya para preparar el terreno de la investigación científica." (Liard, *Logique*, 109.)

Los principales instrumentos de observación están destinados á aumentar la potencia de nuestros sentidos (instrumentos de óptica ampliadores, microfonos, etc.), ó á dar mayor precisión á la observación (instrumentos de medida), ó á evitar los errores inconscientes del observador (instrumentos registradores). Gracias á estas tres categorías de instrumentos, la comprobación de los fenómenos puede ser *completa, precisa é imparcial*, es decir, evitar las alteraciones que la personalidad del sabio pudiese introducir. En efecto: nada es más fácil que ver en las observaciones minuciosas lo que se *querría* ver, falsear, á pesar de los mejores deseos, los resultados en el sentido que se desea.

Además, nuestros sentidos mismos aportan frecuentemente una perturbación inevitable en la operación, porque funcionan más ó menos velozmente, con mayor ó menor regularidad. En las observaciones astronómicas, donde los errores más pequeños tienen su importancia, es muy raro que sea anotado idénticamente por

muchos observadores el momento exacto del paso de una estrella por el meridiano, porque las impresiones ópticas de los diversos observadores no se transmiten con la misma velocidad al cerebro. Esta causa de errores se llama *ecuación personal*. Los instrumentos registradores permiten eliminarla completamente.

Se ve que, en las ciencias de la naturaleza, en las cuales la observación se aplica directamente á los fenómenos y es relativamente fácil, requiere, sin embargo, cualidades especiales y un aprendizaje que no se puede hacer más que en los laboratorios. Todo el mundo lo sabe: el *espíritu de observación* que resulta de estas cualidades y de esta educación no pertenece más que á algunos y es la primera condición de la investigación científica.

II. DE LA INDUCCIÓN EN GENERAL.

Una vez comprobados los hechos, comienza su explicación: "Todas las ciencias tienen un fin común, al cual tienden por caminos diferentes: la explicación de las cosas." Explicar las cosas es determinar sus leyes.

Toda ley es *simple, general y necesaria*. Pero todos los hechos que hemos comprobado son múltiples, particulares, contingentes. ¿Cómo pasaremos de éstos hechos á la ley?; por un razonamiento que se llama la *inducción* y cuya naturaleza se estudia en Psicología. Este razonamiento, haciéndonos alcanzar la causa, la razón determinante de un grupo de fenómenos, nos permite formular una ley general relativa á este grupo.

Cómo se hace una inducción.

A) *El punto de partida: la analogía.*—La observación conduce á aproximar los unos á los otros y á clasificar en grupos los fenómenos naturales. Nos lleva á *reconocer analogías entre ciertos hechos estudiados*. Estas notas forman el punto de partida del razonamiento deductivo que empieza siempre por un razonamiento por analogía.

Razonar por analogía consiste en concluir, de las semejanzas comunes, á la presencia de un factor *único* como determinante, en los fenómenos observados, de los efectos semejantes. Este factor sigue siendo primeramente desconocido: “La analogía—dice Laplace—está fundada sobre la probabilidad de que las cosas semejantes tengan causas del mismo género y produzcan los mismos efectos. Cuanto más perfecta es la semejanza, más aumenta la probabilidad. Así, juzgamos sin duda alguna que, seres provistos de los mismos órganos y que ejecutan las mismas cosas, experimentan las mismas sensaciones y son movidos por los mismos deseos.” “Consultando la etimología, que es casi siempre la mejor guía, debemos entender, más especialmente, por analogía un proceso del espíritu que se eleva, por la *observación de las relaciones, á la razón de estas relaciones...* mientras que la inducción es, más especialmente, el proceso del espíritu que, en lugar de detenerse bruscamente en el límite de la observación inmediata, prosigue su camino, prolonga la línea descrita, cede, por decirlo así, durante algún tiempo aún, á la ley del movimiento que le fué impreso; pero no de una manera fa-

tal y ciega, sino porque la razón le dice por qué haría mal en resistir, y se encarga de justificar plenamente lo que en su origen hubiera podido no ser más que una tendencia intuitiva." (Cournot, *Essai sur le fondement de nos connaissances*, 93.)

Este modo de razonamiento, que es el primer trabajo que el espíritu efectúa sobre los datos de la observación; esta inferencia de lo particular á lo particular, es, pues, un procedimiento metodológico muy imperfecto que se presta á los errores más graves y es siempre incompleto; si comprueba relaciones no las puede explicar. De él parte el sabio, pero debe guardarse de detenerse en él y de creer que su obra está acabada en cuanto ha descubierto una analogía.

B) *La hipótesis*.—En efecto, para tener una ley científica es preciso conocer la causa determinante de esta analogía, dar la razón.

Aquí es donde interviene la actividad propia del espíritu científico, la aplicación de todos sus recursos de trabajo. "En presencia de los secretos de la naturaleza, el espíritu humano no permanece inerte y pasivo; en virtud de una tendencia invencible, *imagina* causas de los fenómenos cuyas causas reales no se le presentan espontáneamente; esta tendencia crea las mitologías populares, crea también la ciencia; solamente que, mientras el pueblo acepta, sin someterlas á la comprobación de los hechos, las explicaciones que él imagina, el sabio transforma sus *hipótesis* en *interpretaciones* ó *explicaciones* verdaderas." (Liard, *Logique*, 120.) En los casos análogos que el sabio examina aparece bien pronto una propiedad común como un factor preponderante, cons-

tante, que determina todas las semejanzas. Inducir es formular que este factor común—algunas veces muy complejo—es la causa universal, constante y necesaria de todos los aspectos que la observación revela.

a) Esta inducción es una *hipótesis* en tanto que no es comprobada por los métodos experimentales. Es una sugestión de la imaginación: “Una idea anticipada ó una hipótesis es el punto de partida necesario de todo razonamiento inductivo. Sin esto no se podría hacer investigación alguna ni cabría instruirse. No cabría más que acumular observaciones estériles... Las ideas experimentales no son, en modo alguno, innatas. No surgen espontáneamente, sino que requieren una ocasión y un excitante exterior... El espíritu del hombre no puede concebir un efecto sin causa, de tal manera, que la vista de un fenómeno evoca siempre en él una idea de causalidad... A continuación de una observación, se presenta al espíritu una idea relativa á la causa del fenómeno observado; después, esta *idea anticipada* se introduce en un razonamiento en virtud del cual se hace experiencias para comprobarla...”

“No hay reglas que dar para hacer que nazca en el cerebro, á propósito de una observación dada, una idea justa y fecunda que sea para el experimentador una especie de anticipación intuitiva del espíritu encaminada hacia una investigación feliz. Sólo cuando está ya emitida la idea, se puede decir cómo es preciso someterla á preceptos definidos y á reglas lógicas precisas de las cuales ningún experimentador puede desviarse; pero, su aparición, ha sido completamente espontánea, porque su naturaleza es completamente individual. Lo que consti-

tuyé la originalidad, la invención y el genio de cada uno es un sentimiento particular, un *quid proprium*.

"Una idea nueva aparece como una relación nueva, inesperada, que el espíritu apercibe entre las cosas. Todas las inteligencias se asemejan sin duda, é ideas semejantes pueden nacer en todos los hombres con ocasión de ciertas relaciones simples de los objetos que todo el mundo puede sorprender. Pero, como los sentidos, las inteligencias no tienen todas el mismo poder ni la misma agudeza; hay relaciones sutiles y delicadas que no pueden ser sentidas, sorprendidas y manifestadas más que por los espíritus más perspicaces, mejor dotados y colocados en un medio intelectual que les predispone de una manera favorable." (Cl. Bernard, *Introduction à la Médecine expérimentale*, 31.)

Principales formas de la hipótesis.

1.º *Hipótesis particulares.*—En el curso de este capítulo tendremos ocasión de notar las intervenciones diversas de las hipótesis, que tienen lugar siempre que se trata de *inventar*, de *descubrir*, de *añadir alguna cosa* á la ciencia. Veremos especialmente:

a) Que, al lado de la forma de hipótesis de la cual acabamos de hablar, y que puede ser definida como la idea preconcebida, inspiradora, más ó menos manifestada, de toda investigación experimental, se recurre también á la hipótesis cuando el lazo de causalidad que ha sugerido, conforme á lo que acaba de decirse, está comprobado y se trata, entonces, de determinar la *forma* precisa, *matemática*, de la *ley* que la expresa.

b) Veremos después que, las analogías de las formas presentadas por estas expresiones matemáticas, sugieren, algunas veces, nuevas hipótesis relativas á la analogía profunda de los hechos á los cuales se refieren estas fórmulas.

2.º *Hipótesis generales*.—Por último: veremos que el espíritu se eleva, por decirlo así, invenciblemente á hipótesis muy generales que, sin poder ser comprobadas tan rápida y tan fácilmente como las anteriores, sin poder ser comprobadas, la mayor parte de las veces, de otro modo que por sus consecuencias, aun sin permitir, en muchas ocasiones, á causa de su gran generalidad, entrever la posibilidad de que sean comprobadas, son indispensables para dar á la ciencia *simplificidad (economía)* y *sistematización lógica*, una *forma orgánica*, que le es *absolutamente necesaria*.

Estas hipótesis generales son de dos clases:

a) Los "*principios*", que suponen una relación muy general á la cual se subordina un número considerable de leyes científicas, es decir, de relaciones mucho menos generales comprobadas por la experiencia.

b) Las "*grandes hipótesis*" ó "*teorías*", que atribuyen á todo un conjunto de fenómenos una naturaleza general y leyes determinadas según las cuales se puede explicar las leyes y las propiedades particulares de todos estos fenómenos.

Sugestión de la hipótesis.—Pero estas hipótesis muy generales, sobre todo la segunda especie, tienen un papel de una importancia capital—ordinariamente no se insiste bastante en ello—en la sugestión de las *hipótesis especiales*, de las cuales se trata aquí. Claudio Bernard se

engañaba cuando nos decía: "No hay reglas que dar para hacer que nazca en el cerebro una hipótesis fecunda." Sí, hay una regla: tener en el espíritu, de un modo más ó menos consciente, estas hipótesis generales, estas grandes teorías que dominan la ciencia en relación al descubrimiento. La mayor parte de los grandes descubrimientos en Física son debidos á la hipótesis atomística, ó á la hipótesis mecanista, ó á la hipótesis de la imposibilidad de la acción á distancia y de la existencia de un medio necesario para la acción recíproca de los cuerpos, ó á las hipótesis de la unidad de la constitución ó de la unidad de las fuerzas ó energías del mundo material, ó á la hipótesis de la posibilidad de transformar estas energías las unas en las otras, etc. Aunque estas hipótesis sean imposibles de comprobar ó estén mal fundadas, no es menos cierto que, en un gran número de casos, el espíritu del sabio ha llegado al descubrimiento impulsado por ellas, aguijoneado por ellas para emprender un camino con preferencia á otro. La mayor parte de los descubrimientos de la Química proceden, más ó menos claramente, de la concepción atómica ó de la idea de la unidad de constitución de la materia. Otro tanto se podría decir de los descubrimientos de la Física relativos á los gases y á las disoluciones, de los descubrimientos recientes sobre la naturaleza de la radioactividad y sobre la electricidad. La idea de que las transformaciones materiales se producen como las de nuestras máquinas, es decir, la teoría mecanista, constituye también la raíz de todos los grandes descubrimientos físico-químicos de los tres siglos últimos.

En resumen: lo que llamaremos el segundo uso de

la hipótesis, la *hipótesis general*, que se diferencia muy notablemente del primero (*las hipótesis particulares*), en el cual se trata *siempre*, bajo las tres formas que reviste, de una idea *particular* que se puede *comprobar*, más ó menos *inmediatamente*, por la *experiencia*, es la condición más común de este primer uso. Tratando de confirmar sobre puntos determinados estas grandes hipótesis, ó, más bien, dejándose llevar por ellas, es como se ha llegado á transformarlas profundamente, á comprenderlas de un modo más amplio, más profundo ó más exacto; por último, á sobrepujarlas en síntesis más ricas y más fecundas, que proporcionarán después los gérmenes preciosos de descubrimientos futuros, la levadura bajo cuya influencia fermentará la imaginación científica.

Desde luego, se podría también enunciar algunas otras reglas útiles para la sugestión de las hipótesis. Bacon las había señalado en su tres famosas tablas, que son confundidas erróneamente con los métodos de experimentación de Stuart Mill y que no son más que procedimientos para formular hipótesis *útiles*: las tablas de *presencia*, de *ausencia* y de *grados*. Se trata de trazar las listas de aparición, ó de desaparición, ó de variación de los fenómenos, á fin de notar si hay en estos casos coincidencias repetidas, presencias, ausencias ó variaciones *simultáneas* que sugieran la *hipótesis* de enlaces causales.

Se ve, pues, que, aún en la concepción de la hipótesis, el espíritu debe ser metódico y necesita, como siempre, desde luego, una educación y una cultura especiales. El genio es, ciertamente, "una larga paciencia".

Función que desempeña la hipótesis y su necesidad.—

Se ve la función enormemente importante que la hipótesis representa en la ciencia. No cabe el temor de exagerarla; para asegurarnos de ella ahí está la historia de las ciencias.

Pero esta función, por importante que sea, ¿es, sin embargo, absolutamente necesaria? ¿Hay que ver simplemente en la hipótesis un recurso precioso, ó, por el contrario, una condición necesaria para la creación de la ciencia?

Creemos que no se puede menos de admitir este último extremo. Con frecuencia dicen los lógicos que algunos sabios, por ejemplo Newton y Magendie, han declarado que la hipótesis, lejos de ser necesaria, no es ni siquiera un auxiliar precioso. Sería preciso que el verdadero hombre de ciencia se resolviese á pasarse completamente sin ella. “Yo no invento hipótesis”, “Hypotheses non fingo”, exclamaba Newton.

Esta interpretación no es más que una leyenda engendrada por la gran dualidad de las formas de la hipótesis. Jamás han discutido los sabios la legitimidad y la necesidad de las hipótesis particulares (que Ostwald llama *prototesis*). Para sostener semejante afirmación sería preciso negar la imaginación creadora, y con ella, todo pensamiento inventivo y aún el pensamiento todo.

Lo que algunos sabios quieren proscribir son las hipótesis generales, en las cuales se atribuye á todo un conjunto de fenómenos relaciones sobre las cuales la experiencia es aún impotente para decidir. He ahí por qué Magendie ha escrito: “El descubrimiento bien comprobado de un hecho es más precioso para mí que las

aproximaciones más brillantes." (*Leçons sur les phénomènes physique*, 391.)

Las hipótesis que combaten algunos sabios contemporáneos (Ostwald, Mach, Duhem, por ejemplo) son, sobre todo, la segunda especie de hipótesis, las hipótesis generales, que atribuyen todo un conjunto de fenómenos á una contextura y á propiedades idénticas ocultas, á pesar de la diversidad de las apariencias. Pero jamás han pensado en proscribir las hipótesis particulares y en decir que el mejor medio de hacer un descubrimiento es no tener idea de algo que hay que investigar.

Desde luego, aún limitada á estas hipótesis generales, la restricción que indicamos no es del gusto de la inmensa mayoría de los físicos. Se puede considerar, pues, como anteriormente hemos visto, que las hipótesis son un agente eficaz del descubrimiento.

Ciertamente, las hipótesis pueden arrastrar á errores; la verdad no se descubre de una vez y los errores se van escalonando en su camino. Algunos sabios se han adherido con excesiva firmeza á sus hipótesis y las han defendido, contra todas las reglas del método, aún cuando un hecho haya contradicho algunas de sus consecuencias. Pero, porque se haya hecho un mal uso de la hipótesis, ó porque conduzca al error, del mismo modo que conduce á la verdad, no hay razón para no ver en ella lo que es en realidad: el medio necesario del descubrimiento, una etapa del método científico.

Las precauciones en el manejo de las hipótesis.—Solamente que, á causa de los errores á los cuales puede conducir este procedimiento, debemos tomar grandes precauciones en su manejo. Primeramente, una hipótesis

particular no debe ser hecha á la ligera. Como se ve en las tablas baconianas, debe brotar al contacto de los hechos, salir de su observación atenta y paciente. Es lo que los sabios como Magendie quieren indicar cuando se burlan de las llamadas ideas brillantes, de las concepciones que se tiene por originales, en una palabra, de toda la Metafísica ideológica que se encuentra con excesiva frecuencia en el *amateur* ó el vulgarizador. Como dice Bacon, es preciso poner más bien pies de plomo que alas á nuestro entendimiento. ¡Qué de tiempo perdido en buscar y en comprobar ideas que están en el aire!

Después es preciso hacer una distinción muy clara de lo que constituye lo hipotético y lo que está comprobado en la experiencia. En el sentido riguroso de la palabra, la hipótesis no tiene acceso á la ciencia sino en tanto que *medio*, que *instrumento del método*. Es un *procedimiento necesario* de investigación y de descubrimiento, pero no es más que un procedimiento *provisional*. Hay que guardarse de ver en ella un conocimiento verdadero, una parte definitiva de la ciencia, una certeza, ó de oponerla á certezas debidamente establecidas. En este punto no se tomarán nunca precauciones bastantes, aún entre los sabios más calificados, particularmente en lo que concierne á las "grandes hipótesis". La historia nos muestra grandes sabios cerrados á un descubrimiento nuevo porque chocaba contra sus hipótesis que eran así preferidas por ellos á certezas. Y las palabras de Newton, *hypotheses non fingo*, no son otra cosa que una advertencia contra estos peligros y una respuesta á una objeción que procedía de ellos. Es

preciso destruir la leyenda de un Newton hostil á las hipótesis, incluso á las grandes hipótesis, porque se sabe que, durante toda su vida, ha tratado de explicar la atracción universal por la hipótesis de una acción del medio interplanetario. Sólo que, como los cartesianos, sorprendidos por la noción de la atracción, le reprochaban (muy erróneamente) haber restaurado con ella una de estas cualidades ocultas que habían retardado los progresos de la Física en la Edad Media y le preguntaban cuál era la causa de la atracción, Newton les respondió: "Yo no hago, en modo alguno, de la atracción una causa oculta, una fuerza indescifrable por la experiencia; compruebo simplemente una relación determinada y mensurable entre masas en presencia la una de la otra. Esta relación es experimentalmente cierta. "No finjo "hipótesis" (ni una hipótesis escolástica ni una hipótesis mecanista hacia la cual, desde luego, tendía más bien).

Más que cualquier otro, conocía Newton la necesidad de la hipótesis, puesto que una hipótesis fué, desde luego, para él, la atracción universal. Se sabe que, aunque obsesionaba su espíritu, comenzó por rechazarla. Los cálculos de comprobación que había hecho para explicar por ella las posiciones de la luna en relación con la tierra, no coincidían, en efecto, con los datos que él poseía, porque partía de una medida errónea del meridiano terrestre. Pero cuando, después, se obtuvieron medidas más precisas, pudo comprobar su hipótesis y ésta se convirtió en la ley de la atracción universal

He ahí la actitud propia del sabio: hacer hipótesis porque esto es necesario; pero no confundir jamás la

hipótesis con la certeza, las ideas del espíritu con los hechos reales; esforzarse por comprobar sus hipótesis; estar siempre presto á abandonarlas cuando los hechos las contradicen. No oponer jamás una hipótesis á un hecho, sino buscar, en una nueva hipótesis, una idea más exacta de la realidad.

La observación, las primeras definiciones y clasificaciones que la siguen, conducen, pues, á *razonamientos por analogía*; éstos sugieren, gracias á la *imaginación científica*, una hipótesis sobre la causa probable que determina estas analogías en los hechos comprobados, una *explicación anticipada* por la relación, *con frecuencia lejana*, entrevista entre esta causa y estos efectos. Pero la obra del sabio no ha terminado: la inducción, que concluirá en la ley científica, no existe aún.

C) La comprobación de la hipótesis

a) *La experimentación en general.*—La experimentación es la que hace aparecer la verdad ó falsedad de la hipótesis, y, por consiguiente, la que la deja á un lado como falta de valor ó la trasforma, por el contrario, en *ley inductiva*: “Mientras que el observador se limita á aplicar su atención á los hechos, *tales como la naturaleza los presenta*, el experimentador *modifica estos hechos*, varía sus circunstancias, cambia sus condiciones; para descubrir lo que no se mostraría á la simple inspección. Como se ha dicho, el observador lee, el experimentador interroga.” (Liard, *Logique*, 105.) No es que la actividad del observador no intervenga en su observación; hemos visto que modifica las condiciones na-

turales por los numerosos instrumentos que emplea, y, lo que se llama el *espíritu de observación*, muestra cuán grande es la parte que corresponde al operador. El sabio ve allí donde el vulgo no ve nada. Pero el observador permanece pasivo precisamente en tanto que no parte de una *idea preconcebida*, de una hipótesis que trata de comprobar. Observa para hacer nacer en él esta idea, y para esto no tiene más que un cuidado: no omitir nada de los hechos que la naturaleza le presente. Por el contrario, el experimentador se ha formado ya una explicación anticipada del fenómeno, y si le modifica, si le hace variar, si pone la naturaleza "en cuestión, en tortura", es guiado por su hipótesis y para comprobarla. La diferencia esencial entre la observación y la experimentación no es, pues, ni la actividad, ni el trabajo mental del sabio, que en las dos son factores preponderantes, ni el genio particular, igualmente indispensable para la una como para la otra, ni las modificaciones aportadas á los hechos, resultados de esta actividad y de este genio, sino la existencia ó la ausencia de una idea explicativa concebida previamente en el espíritu del investigador.

El ejemplo siguiente nos mostrará las varias etapas de la inducción científica. Claudio Bernard comprueba un día que los conejos que no han comido desde largo tiempo tienen una orina clara y ácida. Esto le admira, porque en todos los herbívoros la orina es turbia y alcalina. Tales conejos tienen, pues, ese día, una orina *análoga* á la de los carnívoros. He aquí una *observación* que hace comprobar una *analogía*. Esta analogía sugiere inmediatamente una *hipótesis*; en ayunas, todos

los animales se nutren de su propia sustancia y son carnívoros. No hay más que hacer *experiencias para comprobarlo*. Claudio Bernard da yerba á los conejos: la orina se convierte de nuevo en turbia y alcalina. Los nutre con vaca cocida, y la orina es otra vez clara y ácida como cuando estaban en ayunas. Operando del mismo modo con otros herbívoros obtiene los mismos resultados. La hipótesis queda comprobada; se ha convertido en una inducción, en una ley científica.

Cuando una experiencia permite comprobar una hipótesis eliminando las otras, se dice que es *crucial*; se entiende por esto que es *decisiva* en relación á las hipótesis examinadas; las rechaza *todas menos una*. Las experiencias cruciales se hacen cada vez más raras conforme se llega á leyes algo generales.

Se comprende que el número de las hipótesis metódicamente posibles, de los factores que pueden intervenir, crece con el número de los hechos que se puede ordenar bajo una ley. Entonces se hace bastante difícil adquirir la seguridad de haber eliminado, en una experiencia decisiva, todas las hipótesis metódicamente posibles, menos una, y de no haber dejado escapar ninguna condición perturbadora.

b) *Reglas de la experimentación*.—La experimentación tiene por objeto comprobar una inducción, es decir, una relación universal y constante entre las propiedades de un hecho y su razón determinante. Toda la dificultad consistirá, pues, en distinguir, en medio de los empotramientos tan complejos de los fenómenos naturales y de los elementos que los forman, el factor causal de tales y cuales efectos, dicho de otro modo,

el antecedente necesario, universal é incondicional. Es preciso *eliminar el accidente*, lo que sucede por *azar*, y poner de relieve el elemento *esencial* y *permanente*. A esto es á lo que se reduce el papel de la experimentación.

Para hacer esto, "los métodos empleados por los sabios son muy complejos y muy variados; hasta se puede decir que varían con cada nuevo descubrimiento". Pero se puede desprender algunas reglas generales.

Reglas.—Bacon las ha enumerado. Las llama la *caza de Pan*.

Hay que *variar* la experiencia, es decir, cambiar de todas las maneras posibles sus condiciones; hay que *prolongarla*, hacerla durar, para ver si aparece un detalle nuevo que aclare la investigación; *trasferirla* (volverla á hacer sobre objetos análogos pero no idénticos); *invertirla* (volverla á hacer en sentido inverso); *compulsarla* (conducirla hasta que el fenómeno haya desaparecido), etc. Es preciso atender, sobre todo, á los hechos *prerrogativos* ó *privilegiados* y esto es *muy importante*, porque todos los casos no tienen el mismo valor; algunos son más propios para manifestar la ley á la cual obedecen, ya porque son más simples, ya porque el factor determinante se puede percibir mejor en ellos. El sabio debe, pues, buscar, para el fenómeno que estudia, estos casos privilegiados, elegir las condiciones en las cuales experimenta y no almacenar inútilmente observaciones y experiencias estériles.

c) *Los cuatro métodos experimentales.*—Una vez elegidos estos casos, toda experiencia se hará según

uno de los cuatro métodos siguientes que, desde Stuart Mill, son conocidos bajo el nombre de *métodos de concordancia*, de *diferencia*, de las *variaciones concomitantes* y de *los residuos*.

1.º *Método de concordancia*.—"Supongamos que el fenómeno del cual se quiere conocer la causa es el *rocío*... Se tiene fenómenos análogos en la humedad que se extiende sobre una piedra ó sobre un metal frío cuando se sopla sobre ellos; en la que se produce, cuando hace calor, sobre una botella de agua recién sacada del pozo; en la que cubre la parte interior de los vidrios de las ventanas en invierno...; en la que cubre los muros cuando, á heladas prolongadas, sucede un calor húmedo. Comparando estos casos, se encuentra que todos ofrecen el mismo fenómeno objeto de la investigación. Ahora bien: *todos* estos casos *concuerdan* en un punto: la baja temperatura del objeto mojado en comparación con la del aire que está en contacto con él." (Stuart Mill.) Este mismo carácter es el que muestra en el rocío una experiencia fácil. La frialdad del objeto en relación al aire ambiente es, pues, la causa de *todos* estos fenómenos, porque *todos concuerdan* en mostrar el rocío, y esta diferencia de temperatura: los *dos fenómenos se encuentran siempre al mismo tiempo*, mientras que *todos los otros* pueden variar en los casos que hemos observado.

2.º *Método de diferencia*.—"El método de concordancia muestra que hay un enlace entre tal fenómeno y cual otro, pero no basta siempre para hacer ver cuál de los dos es el determinante del otro, y, sobre todo, no establece que los dos no son los efectos de un terce-

ro. ¿Es la baja temperatura lo que provoca el rocío, ó es el rocío el que hace descender la temperatura, ó es que estos dos factores son la consecuencia de un determinante que queda desconocido?" (Liard, 117.) Entonces es cuando interviene el *método de diferencia*. Si *siempre que se hace desaparecer un fenómeno, otro fenómeno desaparece también*, el primero es la causa del segundo. El sonido de un timbre no se oye en el vacío; luego las *vibraciones* del aire eran la *causa* del sonido que producía.

La causa buscada no puede estar más que en la *diferencia* que introduce la desaparición del primer fenómeno en medio de las condiciones totales de la experiencia, puesto que ninguna otra cosa ha cambiado.

3.º *Método de las variaciones concomitantes*. — "Los métodos precedentemente expuestos suponen que podemos, á nuestra voluntad, producir ó suprimir ciertas circunstancias... Pero en la naturaleza hay causas permanentes cuya influencia no puede ser eliminada." Entonces se puede observar que toda variación en uno de los fenómenos entraña *variaciones concomitantes* comparables de todo punto en el otro: "Es que el primero es la causa del segundo."

"Cuando se ve que todas las variaciones en la posición de la luna están seguidas de variaciones correspondientes de lugar y de tiempo en la alta marea se tiene la prueba de que, en todo ó en parte, es la luna la causa de las mareas." (Idem.)

Las ciencias sociales emplean, la mayor parte de las veces, este método, que es un sucedáneo del método de diferencia.

4.º *Método de los residuos.*—Si se separa de un fenómeno complejo dado y de las circunstancias que pueden influir sobre él todos los elementos explicados en virtud de experiencias anteriores y todas las circunstancias que los explican, lo que queda por explicar será, ciertamente, el efecto de las circunstancias que no se ha separado. “Casi todos los grandes descubrimientos en Astronomía, ha dicho Herschell, han sido el fruto del examen de los fenómenos-residuos... Así es como el único descubrimiento de la *precesión de los equinoccios* resulta, á título de residuo, de la explicación incompleta de la vuelta de las estaciones por la vuelta del sol á los mismos lugares aparentes en relación con las estrellas fijas.”

d) *Valor comparado de estos métodos.*—*Práctica de su empleo.*—*De estos métodos, los más comprobantes, los que eliminan mejor el azar y el accidente, son el método de diferencia y el de las variaciones concomitantes.*

¿Por qué? (1) Se dice de ordinario (Rabier, *Logique*, 132) que el método de concordancia nos asegura más difícilmente “que no hay algún otro fenómeno oculto concomitante de aquel que creemos causa y que es quizá la verdadera causa”. Es fácil ver que la misma objeción se vuelve contra el método de diferencia.

(1) En todo lo que va á seguir, hasta el fin de este capítulo me he servido frecuentemente, aparte de los autores citados y de mis propios trabajos sobre la *teoría de la Física*, del gran tratado de Física de Chwolson que ha traducido Davaux (París, Hermann).—(N. del A.)

¿Quién nos asegura que suprimiendo un fenómeno no suprimimos también algún otro oculto y que es la verdadera causa?

Se debe, pues, buscar en otra parte la razón de este hecho manifiesto: que el método de concordancia es prácticamente menos seguro que el método de diferencia.

Primero hay que notar que, el método de concordancia, bajo su forma más elemental y más grosera, no es apenas más que una observación atenta de los fenómenos.

Se convierte en una experimentación verdadera cuando el espíritu, en vista de las coincidencias repetidas, de las concordancias en bastante gran número, en una palabra, de las analogías, concibe que podría haber otra cosa que un puro azar en estas coincidencias repetidas. En virtud de esta *hipótesis* de que la coincidencia es debida á un lazo necesario de causalidad, á un determinismo riguroso en la aparición y la sucesión de los fenómenos que ha observado, se esfuerza entonces por provocar uno de estos fenómenos para ver si el otro aparece al mismo tiempo ó á continuación. En este momento es, según lo que hemos dicho, en el que la observación se cambia en experimentación verdadera, porque se trata de comprobar una idea preconcebida, una hipótesis.

El método de concordancia se convierte entonces en una verdadera experimentación. Pero la distinción no es tan fácil de hacer en la práctica como en la teoría. Los diferentes momentos no se distinguen en el laboratorio de una manera tan clara como acabamos de des-

cribirlos. Se mezclan y se suponen los unos á los otros, de modo que el método de concordancia queda siempre algo ligado á la observación previa y á la sugestión de la hipótesis. En la práctica es siempre empleado más bien como un medio de encontrar hipótesis y de precisarlas que de comprobarlas. Es como el primer tiempo del método. Y, para no limitarse á su aplicación, hay una razón general dependiente de las dificultades mismas de la experimentación.

Las dificultades de la experimentación.—Según los esquemas teóricos que acabamos de emplear, la experimentación, y la comprobación que intenta, parecen fáciles. Pero, ordinariamente, no lo son en modo alguno. Los laboratorios de investigación muestran á los ojos menos dispuestos las dificultades considerables que ha sido preciso vencer y todo el ingenio que se ha requerido para comprobar ciertas leyes y aplicar los métodos de los cuales acabamos de hablar.

La razón de esto es que los fenómenos, en la naturaleza, no están dados en series ó en grupos aislados, como lo supondría el empleo de nuestros métodos. Forman siempre parte de conjuntos muy complejos, casi inextricables, y el genio del sabio consiste, sobre todo, en desenredar esta red tan confusa y en aislar bien los grupos y las series, de modo que se pueda aplicar los diversos métodos. Resulta de aquí que, el hecho que se estudia no está dado sino en medio de circunstancias muy complejas, cuya mayor parte, sin duda, no influyen sobre él. ¿Qué va á hacer el sabio? Tratar de suprimir una á una las circunstancias hasta que caiga sobre aquella cuya supresión entrañe precisamente la desaparición

ción del hecho que estudia. Dicho de otro modo, aplicar, de un modo metódico, el método de diferencia.

Así es, por ejemplo, como se ha procedido para alcanzar—aislándola—la causa de la radioactividad, el cuerpo radioactivo, al cual era debida la radioactividad de ciertos minerales. Así se ha aislado poco á poco las sales de radium, separando la materia no radioactiva de un residuo radioactivo cada vez más puro, como en la industria se separa el metal de su ganga.

En resumen: en la práctica de los laboratorios no se emplea casi nunca el método de concordancia sin emplear el método de diferencia. Estos dos métodos son complementarios y se sirven mutuamente de contraprueba. El método de concordancia es el momento preparatorio de la experimentación (es preciso comenzar por provocar la aparición del fenómeno, y, para esto, se hace obrar su causa: es la evidencia). El método de diferencia sobreviene después, y suprimiendo la causa que se hace actuar, suprime el efecto. Se puede aún volver al método de concordancia, hacer obrar de nuevo la causa y ver aparecer el efecto, como contraprueba definitiva, para dar á la experiencia toda su fuerza probatoria.

La supremacía del método de las variaciones concomitantes. — Se dice también ordinariamente (Rabier, ídem) que el método de diferencia es el método privilegiado, el más seguro y el más importante de los métodos experimentales. En realidad, el método de las variaciones concomitantes es empleado más que él y es tan seguro, si no más, que el anterior. El método de diferencia no es, propiamente hablando, más que el

método límite del de las variaciones concomitantes, el momento en el cual, haciendo variar un fenómeno, se llega á suprimirle totalmente.

En fin: el empleo sucesivo del método de concordancia y de diferencia, tal como la práctica de estos métodos acabamos de ver que lo presenta casi siempre, no es más que un método de variación concomitante, en el cual las dos únicas variaciones consideradas son, en cierto modo, sus variaciones extremas: *la presencia del fenómeno y su ausencia*.

Lo importante, en las ciencias experimentales, no es tanto descubrir los enlaces necesarios de los fenómenos como expresar estos enlaces de un modo preciso, por una relación, por una función matemática. Inmediatamente lo veremos. Pero, desde luego, se ve que, para establecer la forma de esta relación, de esta función, se debe recurrir al método de las variaciones concomitantes. Por lo demás, no es siempre fácil suprimir totalmente una condición de la experiencia; así, la mayor parte de las disposiciones tomadas en nuestros laboratorios son disposiciones de variación, no de supresión. Por último, veremos que, en las ciencias sociológicas, este método es casi el único aplicable.

*El método de los residuos, propiamente hablando, no es un método de comprobación.—Su importancia en la investigación de las hipótesis.—*Si reflexionamos un poco veremos que, hablando propiamente, el método de los residuos no es un método de experimentación y comprobación. Para que lo fuese sería preciso colocarse en un caso límite en el cual se estuviese seguro de que, en un conjunto de hechos dados, se conoce las causas

y los efectos de *todos* los hechos *ménos* dos. Entonces, y en el supuesto de que, en el conjunto que se toma en consideración, no pueda intervenir ningún otro hecho, existe fundamento para concluir que, de los dos fenómenos restantes, el uno es la causa del otro, á menos de admitir el milagro de hechos sin causa. Pero se ve inmediatamente que este caso límite no podría presentarse más que en experiencias restringidas y tan precisas que cabe preguntarse si son posibles. He aquí, por ejemplo, lo que dice Herschell: "Arago suspendió una aguja imantada de un hilo de seda, la puso en movimiento y creyó notar que llegaba más velozmente al reposo cuando oscilaba sobre un platillo de cobre. Dos causas podían producir aquí este efecto: la resistencia del aire y la del hilo de seda. Pero el efecto de estas dos causas podía ser exactamente determinado por la observación hecha en ausencia del cobre. Hecha la deducción de este efecto, el *fenómeno residuo* consistía en que el cobre desarrollaba una influencia retardadora. Este hecho ha sido el primer origen del descubrimiento de la electricidad magnética." De acuerdo: este hecho residual ha sugerido la hipótesis bastante simple de que el platillo de cobre podía ejercer esta influencia retardadora. Pero esto no podía ser más que una sugestión, una hipótesis, porque podían entrar en acción otras causas distintas de la resistencia del aire ó la del hilo de seda. En particular, había todo lo desconocido, todas las causas ocultas que podemos afirmar que se encuentran en los medios en que ocurren los fenómenos. A los otros tres métodos es á los que ha incumbido la tarea de suministrar la prueba de la hipótesis sugerida por el cuarto.

Y el verdadero valor de éste consiste en la sugestión de la hipótesis y no en la administración de la prueba. En efecto: de ordinario y naturalmente, lo que pone en camino de un nuevo descubrimiento es un fenómeno residual inexplicable por las causas ó leyes actualmente conocidas de un sistema determinado. El espíritu piensa entonces en los factores más simples, más probables, que el sistema considerado presenta y que no han sido aún utilizados para explicar lo que allí pasa (en el caso presente, la influencia retardadora del plátano de cobre; planeta aún desconocido para explicar las perturbaciones de Urano; nutación del eje de los polos para dar cuenta de ciertas irregularidades en la precesión de los equinoccios, etc.).

En resumen: el proceso esquemático ordinario del razonamiento inductivo es éste: en el punto de partida se encuentra, en la observación de los hechos, analogías bastante groseras y coincidencias repetidas; se forma una hipótesis á consecuencia de estas observaciones, gracias á un empleo vago del método de concordancia (que forma como la transición entre la observación y la experimentación propiamente dicha) y del método de los residuos (que aguijonea el espíritu para sugestionar más precisas); por último: se comprueba, ya la hipótesis, ya sus consecuencias principales, cuando es imposible comprobar la hipótesis misma (como inmediatamente veremos) por el método de concordancia aplicado de una manera más precisa y, sobre todo, por el de diferencia y de las variaciones concomitantes que, en el fondo, envuelve los otros dos.

III. EL ESTABLECIMIENTO DE UNA LEY NATURAL: LA MEDIDA Y LA EXPRESIÓN MATEMÁTICA DE LA LEY

Pero la labor científica dista mucho de estar terminada; el razonamiento experimental está aún muy lejos de su fin verdadero, y, por último, la ciencia experimental no se ha constituido aún, ni mucho menos, después de estas operaciones.

No se escapará, á primera vista, á la penetración de un lector de un tratado de Mecánica, de Física, de Química ó de Biología, que la ciencia no se presenta bajo la forma de simples indicaciones de relaciones causales, es decir, de coincidencias necesarias entre grupos ó series de fenómenos.

Este aspecto apenas si se presentaría en las investigaciones que no están sino en sus comienzos (un *Tratado de Física* del siglo XVII, por ejemplo; un *Tratado de Psicología* ó de Sociología actualmente). Desde luego, en cuanto la ciencia ha adquirido un poco de precisión y de amplitud, en cuanto se ha hecho rigurosa, en una palabra, verdaderamente científica, vemos, por el contrario, por todas partes, que tiende á ofrecerse bajo la forma de una serie de *leyes* que anuncian relaciones precisas, necesarias, universales en relación á fenómenos determinados. Estas relaciones, ni aun á primera vista, recuerdan los lazos de causalidad de los cuales nos hemos limitado á hablar hasta el presente. Y, en las ciencias más avanzadas, estas relaciones se expresan en una forma *métrica*, por una función algebraica, y están ligadas á su vez las unas á las otras, al menos parcialmente, en un cuerpo de doctrina teórica, en

el cual se apoyan mutuamente. Nos falta explicar cómo llega la ciencia desde las relaciones vagas de causa á efecto, á este estado de exactitud y de rigor.

A. *Determinaciones cualitativas.*—La primera forma de las leyes científicas consiste en establecer una relación *cualitativa* entre los hechos. Se dirá que una propiedad determinada, ó que un grupo de propiedades determinadas, son el efecto ó la causa de otra propiedad ó de otro grupo de propiedades. Los hechos son, en esta primera etapa de la ciencia, descritos por sus propiedades, es decir, por sus cualidades, y por esto es por lo que llamamos *relación ó determinación cualitativa* á la primera forma de la ley científica. Es la única posible en una ciencia que se limita aún á descubrir y á clasificar los fenómenos, *sin poderlos medir*. Esta forma se encuentra constantemente al comienzo de toda investigación científica. Se contenta con decir, por ejemplo, que la aguja imantada es desviada por otro imán, ó por una corriente eléctrica, estableciendo así un lazo cualitativo entre propiedades constantes en ciertas circunstancias y la *influencia cualitativa* de las unas sobre las otras, antes de enunciar todo un conjunto de leyes precisas, bajo forma de relaciones matemáticas, entre la intensidad y la forma de los campos magnético y eléctrico, del flujo de la fuerza en estos campos, etc. En esta primera etapa la ley es, pues, el enunciado de la influencia de ciertos fenómenos sobre otros, siendo estos fenómenos conocidos simplemente por una descripción cualitativa. Particularmente, la Química nos permite comprender este estado de la ciencia; comienza por describir cualitativamente los cuerpos por sus pro-

propiedades sensibles. Después, bajo el nombre de análisis cualitativo, establece, entre estos cuerpos conocidos solamente por sus cualidades, relaciones cualitativas de composición. El agua, conocida por sus propiedades sensibles, es también presentada como el producto de la combinación del oxígeno y del hidrógeno, descritos igualmente por sus propiedades cualitativas. Sólo en un estado ulterior se pasa de este análisis cualitativo á un análisis cuantitativo, cuando se ha logrado medir, dosificar las cantidades (en peso y volumen) de oxígeno é hidrógeno en relación al volumen de agua que resulta de su combinación.

B. *Determinaciones cuantitativas.*—Se sabe que la ciencia hace todos los esfuerzos posibles por alcanzar este estado cuantitativo, porque las fórmulas cualitativas son casi inutilizables para la previsión, por tanto, para la técnica. Por ejemplo, para construir una máquina será preciso poder *calcular* tan precisamente como sea posible los resultados que las leyes físicas que utiliza puedan permitir alcanzar. Al lado de esta razón práctica hay una razón teórica más importante aún. La ley cualitativa es siempre superficial, incierta y vaga. Para penetrar más adentro en el conocimiento de los hechos es preciso tener datos exactos sobre lo que vienen á ser todos los elementos puestos en juego en una experiencia dada y esto en los diferentes momentos de la experiencia. Esta precisión acerca de lo que sucede, en el curso de la experiencia, con todos los elementos del sistema, puede solamente darnos la *certeza*, este sentimiento de seguridad y de confianza característico de la ciencia en relación á los resultados que enunciamos.

a) *La medida*.—Por la medida más minuciosa posible de todos los elementos de los cuales está compuesto el sistema sobre el cual experimentamos, llegamos á diversos momentos, y, sobre todo, al principio y al fin de la experiencia, al estado inicial y al estado final del sistema tomado en consideración. Para esto, toda propiedad cualitativa aislable es señalada con cuidado según una escala métrica susceptible de darnos, en cada instante, la medida de su *intensidad*.

No hay que detenerse aún en esto. Se tratará de establecer esta escala de modo que ciertas propiedades numéricas simples estén unidas á los números que miden estas intensidades: propiedades aditivas ó conmutativas, de modo que se les pueda aplicar las operaciones de la Aritmética y el Algebra. Lo más frecuentemente se logrará ligar las intensidades cualitativas á relaciones numéricas entre cantidades elementales bien definidas; y éstas serán establecidas como los elementos constitutivos ó los determinantes de los sistemas materiales que presentan estas cualidades. Si la ciencia pasa de la primera fase de la determinación cualitativa, en la cual la ley no es más que el enunciado puro y simple de un lazo causal, es, pues, mediante todo un sistema de medidas, en cuya invención no es sólo preciso con frecuencia el ingenio, sino también toda la fuerza del genio científico.

Se comprende inmediatamente que, en esta transformación, el método de las variaciones concomitantes va á representar la función esencial.

¿En qué se convierte, en efecto, el lazo causal? Se convierte en una relación precisa entre las cantidades de la causa, si es que así se puede decir, y las cantida-

des del efecto. El agua tendrá por fórmula química $H^2 O$, y estos símbolos H y O corresponderán á números muy precisos que expresen los pesos respectivos del hidrógeno y del oxígeno, combinados de tal modo, que á ún volumen dado de oxígeno corresponderá siempre, á la misma temperatura y presión, un volumen doble de hidrógeno. La experiencia de la descomposición del agua por la corriente eléctrica nos muestra precisamente las *variaciones concomitantes* de cantidad (en volumen) de hidrógeno y de oxígeno puestas así en libertad. Del mismo modo, la experiencia de Mariotte, relativa á los volúmenes y á las presiones respectivas de una masa gaseosa á una temperatura dada, etc. Una experiencia bien conducida no consiste, pues, apenas más que en evidenciar y en medir tan precisamente como sea posible las variaciones concomitantes de los hechos examinados.

b) *Las representaciones gráficas y la expresión matemática de las leyes.*—Se trata de elevarse, desde esta serie de medidas, á la fórmula matemática general que permite deducir con exactitud, sin necesidad de recurrir á nuevas experiencias, la variación del condicionado correspondiente á una variación cualquiera de la condición y recíprocamente. Es preciso encontrar la forma especial y universal de la relación que liga entre sí las dos series de variaciones de lo condicionado y de la condición, de tal suerte que, á un valor dado de una de estas variables, corresponda siempre un valor determinado de la otra. Como se ve, esta correspondencia define lo que en Matemáticas se entiende por una *función*. El problema consiste, pues, en encontrar, en el número enorme

de las funciones que constituyen en el fondo todo el objeto del Algebra y del Análisis, aquella que expresa el enlace exacto de las variaciones de los condicionados y de las condiciones; dicho de otro modo: las variaciones concomitantes de las causas y de los efectos que acabábamos de determinar cualitativamente y que ahora precisamos cuantitativamente por la medida.

Es posible que necesitemos tener en cuenta, no solamente dos series, sino un número cualquiera de series de variaciones concomitantes; por ejemplo, el volumen de una masa gaseosa no es solamente función de la presión, sino también de la temperatura. El problema es el mismo, sino que es más difícil.

1.º Para resolverlo hay un primer procedimiento, el más lento, pero el más seguro, que se aplica cuando los números determinados por las medidas, las "coeficientes", según cada uno de los parámetros elegidos (nombre que se da á cada una de las escalas que se considera), es decir, cada una de las propiedades de las cuales se estudia las relaciones, no varía de un modo regular ó cómodo de percibir; este es el *método de las representaciones gráficas* que la Geometría analítica hace posible. He aquí en qué consiste este método:

"La experiencia tiene siempre por resultado un cuadro de números en columna doble. En la primera columna se encuentran inscritos los valores de la cantidad tomada por variable; en la segunda se encuentran los valores correspondientes á la cantidad que está en función de ella. Todo el mundo ha construído estos cuadros de números; una cuenta de la casa, con las fechas á un lado y los gastos á otro, puede tomarse como ejemplo;

en ella los gastos son considerados como función del tiempo.

Se trata de representar gráficamente este cuadro de números. Esto se logra utilizando una idea profunda debida á Descartes: los sistemas de coordenadas.

Sea que tratemos de representar el resultado de experiencias hechas sobre la temperatura del aire. Observamos un termómetro de hora en hora y encontramos, expresado en grados y décimas de grado:

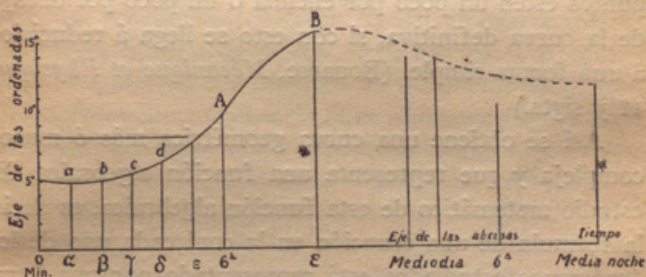
Media noche.....	5°,0	7.....	5°,3
1.....	4°,3	8.....	6°,0
2.....	4°,0	9.....	6°,7
3.....	4°,0	10.....	7°,8
4.....	4°,0	11.....	10°,0
5.....	4°,2	12 (mediodía).....	12°,6
6.....	4°,7	1.....	14°,3

y así sucesivamente.

Tomemos una hoja de papel cuadrículado y tracemos dos trazos rectangulares que llamamos eje de las *abscisas* y eje de las *ordenadas*. El punto *o* de intersección se llama origen de las coordenadas. Entonces, elegimos una escala para el tiempo y una escala para las temperaturas.

Convenimos en representar el tiempo en las abscisas (por ejemplo), tomando para representar la hora una cierta longitud determinada, *l*; la media hora se representa por una longitud que es mitad menor que la anterior, etc. Admitamos entonces que la primera experiencia se haga á media noche; el tiempo cero, ó media noche, estará representado por el punto *o*, origen de las coordenadas. Tomemos una, dos, tres... veces la longitud *l* sobre el eje de las abscisas. Obtendremos los puntos α , β , γ ... de los cuales el punto α representa la una de

la mañana, el punto β representa las dos, etc. Si tomamos doce veces la longitud l obtendremos mediodía, etcétera. Brevemente, tomamos sobre el eje de las abscisas una longitud que sea á l como el timepo que hay que representar es á una hora. Sobre el eje de las ordenadas hacemos lo mismo en relación á las temperaturas; elegimos una longitud l' (que puede ser mayor ó menor que l) para representar un grado, y sobre el eje de las ordenadas, á partir del punto o , tomamos longitudes que sean á l' como el exceso de la temperatura sobre una temperatura elegida arbitrariamente es á un grado.



Dado esto, representémonos nuestras experiencias. Por ejemplo, encontramos que, á las nueve de la mañana, la temperatura es $6^{\circ},7$. Buscamos el punto e del plano: 1.º, tal, que su distancia $e\varepsilon'$ al eje de las ordenadas, distancia que se llama *abscisa del punto*, sea igual á nueve veces la longitud l que representa una hora; 2.º, tal, que su distancia $e\varepsilon$ al eje de las abscisas, distancia que se llama *coordenada del punto*, sea igual á $6,7$ veces la longitud l' , que representa un grado. Más sencillamente: busco sobre el eje de las abscisas el punto ε , que representa nueve horas, sobre el eje de las ordenadas el pun-

to ϵ' , que representa 6º, 7, y trazo por estos puntos paralelas á los ejes. El punto de intersección e representa el resultado de la experiencia. Hago lo mismo con todas las líneas del cuadro de doble escala y obtengo tantos puntos como experiencias hay.

A estos puntos no se les mantiene aislados, sino que se les une por una curva continua, *sin atenerse á que esta curva pase rigurosamente por ellos*. Se admite en principio que los fenómenos naturales no varían bruscamente; se sabe, desde luego, que las experiencias están sujetas á errores. Por consiguiente, se tolera que los puntos estén un poco por encima ó un poco por debajo de la curva definitiva, si con esto se llega á reducirlos á una forma simple. (Bouasse, *Mécanique et Physique*, II y sigts.)

Así se obtiene una curva geométrica más ó menos compleja y que representa una función algebraica. El estudio matemático de esta función algebraica, es decir, la fórmula de una ecuación en la cual cada uno de los fenómenos estudiados está representado por una letra, agota, en cierto modo (gracias á las nociones de derivada, de integrales, de ecuaciones diferenciales, etc.), todo el estudio de las variaciones de los fenómenos considerados y de sus relaciones. La fórmula algebraica representativa de la función es la forma matemática exacta y fiel de la ley natural buscada.

Por ejemplo: la fórmula de las variaciones del volumen de una masa gaseosa en función de las variaciones de las presiones y de las temperaturas (es decir, en relación á estas variaciones, concomitantes de estas variaciones, *bajo la influencia* de estas variaciones, cau-

sadas por estas variaciones) es

$$PV = RT$$

donde P designa la presión; V , el volumen; T , la temperatura, y R , un número constante idéntico para todos los gases: una *constante*.

El ejemplo que aquí se ha expuesto utiliza la más sencilla de las representaciones gráficas: las coordenadas rectangulares en un plano. Pero los elementos de la cuestión pueden determinarnos á elegir representaciones más complejas. Por ejemplo: si hay tres series de variaciones concordantes se empleará coordenadas según tres direcciones del espacio. Otros sistemas de coordenadas, las coordenadas polares, pueden prestarse mejor á la representación de ciertas experiencias. Las cantidades imaginarias, los espacios de n dimensiones, pueden ser igualmente utilizados para representaciones más complejas. En lugar de ser representada por una curva, la ley puede estar representada por una superficie ó por un volumen. La naturaleza es muy compleja, y, felizmente, el ingenio de los matemáticos sabe estudiar funciones que se adaptan á todos los detalles de esta complejidad.

Las dificultades que se encuentra en ciertas experiencias hace que apenas se las pueda repetir en gran número. Los números que se posee están, en este caso, bastante distantes unos de otros ó se restringen á una región determinada particularmente accesible. En este caso, se supone que existe *continuidad* entre los intervalos desconocidos y los conocidos, es decir, que todo ocurre *del mismo modo* en las regiones exploradas é inexploradas; según las expresiones de los matemáticos, se *interpola*, si las regiones inexploradas están en el

intervalo de las regiones exploradas; se *extrapola* si todas ellas están fuera de la región explorada.

Esto constituye un empleo muy fecundo de la hipótesis, que entra, como se ve, en el segundo género de las *hipótesis especiales* de las cuales hemos hablado antes: las hipótesis concernientes á la forma matemática de las leyes naturales que vamos á examinar ahora.

2.º En otros casos, en efecto, los números encontrados por la experiencia parece que varían de un modo bastante simple, dado que las mismas circunstancias de la experiencia son muy simples también. Entonces, el espíritu, sin sujetarse al procedimiento bastante complicado que precede, ensaya inmediatamente las formas matemáticas más simples que se conoce: proporcionalidad directa, proporcionalidad inversa, proporcionalidad de las variaciones en una serie al cuadrado de las variaciones en la otra, á su logaritmo ó á sus funciones trigonométricas, etc. El espíritu hace, pues, una hipótesis sobre la forma probable y bastante simple de la función que expresa las variaciones concomitantes que estudia, y trata de comprobar, mediante algunas experiencias, los resultados ofrecidos por el cálculo, partiendo de esta hipótesis. Si esta comprobación se hace exactamente—salvo los errores de experiencia—el fin está alcanzado; si no se logra esta comprobación, se ensayará entonces alguna forma más compleja. Así es como Galileo ensayó primero, para representar la fórmula de la ley de la gravitación, la proporcionalidad de las velocidades adquiridas con los espacios recorridos, ó sea,

$$v = ge$$

donde g es una constante.

Ante la insuficiencia de esta primera expresión simple para representar las modalidades de la caída de los cuerpos y poder, por consiguiente, preverlas por el cálculo, ensayó una segunda algo menos simple: la proporcionalidad de los cuadrados de las velocidades adquiridas con los espacios recorridos, ó sea,

$$v^2 = ge$$

(para emplear la fórmula clásica $v^2 = 2 ge$) fórmula que obtuvo comprobación.

Algunas disposiciones experimentales auxilian singularmente en toda esta tarea; en este caso están los aparatos registradores, que inscriben automáticamente la serie de los diversos valores que toma, en el curso de la experimentación, alguno de sus elementos, por ejemplo, la presión, la temperatura, etc. Entonces se tiene la gráfica de todas las variaciones de la propiedad del fenómeno que se estudia en relación á un parámetro dado, al tiempo ó, más comúnmente, al espacio.

La ley matemática no recuerda apenas ya, en su forma, el lazo de causalidad que era tan visible en las primeras investigaciones cualitativas. Pero no hay que engañarse; en esto no hay más que una apariencia. La ley, bajo su forma matemática, enuncia siempre una relación entre variaciones concomitantes, y este es, en el fondo, el primer sentido científico de la causalidad. Aún más; inmediatamente veremos que la fórmula permite frecuentemente seguir la transformación de la causa en el efecto, lo cual parece constituir el segundo sentido y la significación importante de la causalidad en la ciencia.

c) *Leyes aproximadas, leyes límites y leyes exactas.*—En un gran número de casos, el espíritu, condu-

cido por el "principio de economía", el principio del menor esfuerzo mental, que le conduce siempre á buscar las expresiones *más simples* y *más condensadas* de las leyes naturales, hace abstracción de las pequeñas irregularidades muy complejas para establecer la fórmula de la ley.

Estas pequeñas irregularidades son de tres clases, que importa no confundir:

1.º O permanecen siempre entre límites bastante estrechos, iguales en toda la extensión del campo de la ley y se distribuyen sin orden alguno, absolutamente al azar, entre estos límites. Estos límites son, aproximadamente, los que revela el estudio de los límites de la precisión de nuestros sentidos y de los aparatos destinados á auxiliarlos. Entonces se dice que las divergencias de los resultados con los que la ley permite prever por el cálculo no son *sistemáticas* y son errores de las experiencias. Se comprende que estos errores no perjudican en modo alguno á la *exactitud* de la ley y de su expresión matemática; lo inexacto es nuestros procedimientos de comprobación, los procedimientos por los cuales aprehendemos los hechos naturales; pero se ve que todo conduce á pensar que estos hechos coinciden exactamente con la ley.

2.º O se observa que las divergencias son *sistemáticas*, que obedecen á una ley de crecimiento ó de decrecimiento con tal ó cual circunstancia que acompaña nuestras comprobaciones, por ejemplo, cuando la intensidad de uno de los fenómenos estudiados crece ó decrece. Entonces, hay en esto el indicio cierto de que la expresión matemática de nuestra ley no es exacta. Lo

mismo ocurre si los errores son mucho mayores de lo que permite concebir la precisión de los aparatos empleados. Entonces, la ley puede ser, ó completamente *inexacta* ó una *ley límite*. Examinemos primero el primer caso.

Hay que guardarse bien de creer que una ley inexacta sea inútil, y, por tanto, deba ser rechazada (bien entendido, cuando estas inexactitudes no son demasiado grandes). Puede ser muy útil, como *ley aproximada*, en la práctica, en las aplicaciones técnicas. La industria se sirve constantemente de leyes aproximadas y, frecuentemente, con preferencia á las leyes exactas que se conoce. Las leyes aproximadas permiten proceder mucho más rápidamente, ver las cosas con más claridad, etc.

Además, cuando no se conoce una expresión más exacta de las leyes naturales, la ciencia tiene el mayor interés en enunciar leyes aproximadas, notando cuidadosamente que no son más que *aproximadas*. Casi todos los grandes descubrimientos han comenzado por fórmulas aproximadas. Aun ha podido decir M. Poincaré que, esta simplificación forzosa, ha permitido el estudio de hechos que, sin esto, hubieran hecho fracasar á todos los investigadores, por su complejidad (por ejemplo, en Astronomía). Estudiando los hechos residuales (constituídos por las divergencias de los hechos, tales como son, con los resultados de las leyes aproximadas) es como se verifican, en general, los nuevos descubrimientos (método de los residuos). El sentido *sistemático* de los errores puestos en evidencia, indica también, algunas veces, que la ley no es aproximada sino porque, á los hechos estudiados, se mezclan otros hechos hasta

aquí no apercebidos. Entonces, se llega á formular una ley nueva, exacta, relativa á estos hechos puestos así de manifiesto. Esta ley exacta, añadida á la primera, convertida por esto mismo en exacta, nos da la expresión precisa de las leyes seguidas por los fenómenos.

3.º Por último, los errores sistemáticos pueden crecer regularmente. La ley de Mariotte se hace cada vez más exacta, á medida que se aleja de la presión y temperatura crítica, es decir, de las condiciones en las cuales el gas se liquida. Entonces tenemos una *ley límite*. No es inexacta en sí misma; es exacta, por el contrario, en relación á un estado ideal que nuestras experiencias no alcanzan directamente en general, sino al cual se aproximan según una ley regular, función de condiciones bien determinadas.

En suma: la ley natural, simple relación cualificativa, simple comprobación, en su origen, de la simultaneidad ó de la sucesión constante de los hechos sensibles, tiende á convertirse, al término de las operaciones científicas, y gracias á la medida de las propiedades de las cosas, en una fórmula matemática precisa que condensa en sí misma todo el contenido y todas las aplicaciones posibles de la ley natural. El cálculo basta para obtenerlas.

d) *Ventajas de este matematicismo.*—He aquí, sumariamente indicado, el desarrollo normal del razonamiento experimental, y aún se puede decir que de todo el método científico, puesto que, las Matemáticas mismas, no aparecen aquí más que como un momento, como el último momento de este desarrollo metodológico, pues son el estudio en sí de todas las formas posibles

de relaciones. Las demás ciencias solicitan de ellas, después, el estudio y la representación de las relaciones que les ofrecen las cosas objeto de sus investigaciones.

Las ventajas de este matematicismo son manifiestas:

1.º La fórmula matemática condensa y contiene *en potencia* todos los casos particulares á los cuales se aplica la ley natural que ella expresa con todas sus modalidades; las reglas fijas del cálculo permiten deducir estas modalidades en cada caso particular. La fórmula matemática es á la naturaleza lo que á un país es un plano topográfico muy bien hecho. (*Economía del pensamiento, sistematización.*)

2.º Permite prever, en toda aplicación técnica, los resultados que se debe alcanzar de los elementos puestos en juego (*maquinismo, industria*).

3.º Pero, en sí misma, tiene un gran valor desinteresado y propiamente científico.

α) Presenta de un modo claro y distinto, muy preciso, lo que las determinaciones cualitativas dejan siempre en la vaguedad, y, por consiguiente, más ó menos confuso é indistinto.

β) La ciencia cualitativa apenas nos proporciona otra cosa que puntos de referencia, etapas, en el estudio de los hechos. Nos presenta, en general, un estado inicial y un estado final y una relación entre ambos. Pero no nos dice cómo se pasa de uno de estos estados al otro. Por el contrario, las fórmulas matemáticas (especialmente las ecuaciones diferenciales) y sus representaciones gráficas, nos enseñan, en general, la marcha del fenómeno, las trasformaciones que se realizan en su evolución del estado inicial al estado final. Vemos

más íntimamente, y como desde el interior, el enlace de causa á efecto, la relación, el tránsito del uno al otro, que bajo su forma cualitativa veíamos superficialmente y era ininteligible en sí. La Mecánica química y la Física química nos hacen penetrar así, poco á poco, en la naturaleza de la transformación química.

IV. LA DEDUCCIÓN EN LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES.

LOS PRINCIPIOS. CONCLUSIÓN GENERAL SOBRE EL MÉTODO EXPERIMENTAL.

Todo lo que acabamos de decir en el párrafo precedente no sirve más que para establecer *la posibilidad de la deducción en las ciencias de la naturaleza*. Una vez que se ha determinado la expresión matemática de una ley natural, no hace falta, en general, referirse ya á la experiencia para encontrar una de sus aplicaciones particulares. Basta buscarla por medio del cálculo, dando á las variables de la ecuación que representa la ley que hay que aplicar, los valores fijados por las condiciones iniciales de la experiencia que se trate de efectuar.

A) Usos particulares del método deductivo en las ciencias experimentales; el cálculo de los efectos partiendo de las causas, y recíprocamente, gracias á la expresión matemática de las leyes naturales.—a) De aquí un primer uso de la deducción, cuya importancia y fecundidad se puede apreciar en las aplicaciones técnicas de las ciencias, así como en el conocimiento y la previsión teóricas de los efectos por las causas. Este primer uso se puede definir de un modo general: la posibilidad de determinar exactamente, partiendo del

estado inicial del sistema que se quiere estudiar, todos sus estados ulteriores. (Se entiende aquí por *sistema* todo conjunto bien definido de fenómenos que se considera aparte para estudiarle científicamente.) Así, se conoce, por un simple cálculo, la evolución de un sistema en tal ó cual momento de la duración, es decir, su porvenir y, si evoluciona hacia un estado estable llamado estado final, este estado mismo.

Inversamente, gracias á la deducción, se puede llegar á las causas por los efectos. Según los efectos que se quiere obtener, se calcula las causas que es preciso suscitar. El ingeniero, el constructor, el arquitecto, la industria química, tienen que hacer uso constantemente de este modo de deducción. De los efectos que hay que obtener por medio de una máquina se deduce su distribución y sus características. El ciclista hace un cálculo instintivo del mismo género cambiando la multiplicación.

b) La forma deductiva y matemática presta aún servicios más especiales y de orden más propiamente metodológico.

Primero, sirve para la administración de la prueba. Una vez formulada matemáticamente la ley, se puede concluir deductivamente y *a priori*, por medio del cálculo, un cierto resultado de la experiencia en ciertas circunstancias dadas. Después, se hace la experiencia en estas circunstancias rigurosas. Si el resultado es el que ha hecho prever el cálculo (salvo los errores de experiencia), se tiene una comprobación notable de la ley. Así es, desde luego, como se procede casi siempre en las ciencias avanzadas como la Física ó la Química. La

experimentación tiene entonces por objeto comprobar los resultados de un cálculo, y, de este modo, la exactitud de la ley.

Esta manera de administrar la prueba es también poco menos que la única que tenemos para comprobar las leyes bastante generales.

Se concibe que, frecuentemente, la experiencia no puede referirse á una ley cuando está muy lejana de los hechos concretos. Entonces se trata de comprobar alguna de las consecuencias que se pueden deducir de ella matemáticamente. Si los resultados de estos cálculos son conformes á la experiencia, con esto mismo está asegurada la validez de la ley. Esto es, en cierto modo, una experiencia *crucial indirecta*. Pero tal comprobación, que puede dar algunas veces una certeza *casi* completa, pero *nunca* absoluta, requiere las mayores precauciones.

c) Además, la forma deductiva es un medio precioso de descubrimiento.

α) Puede sugerir hipótesis, y, de hecho, las sugiere, de gran fecundidad, de tres maneras. Una función matemática puede ser algunas veces considerada como la resultante de dos funciones más simples. La ley que le corresponde puede entonces ser considerada también como la resultante de otras dos leyes. Por consiguiente, es posible descomponer el fenómeno natural en otros dos fenómenos, de los cuales no se había apercibido hasta entonces más que la combinación. Esto se ha encontrado frecuentemente en el estudio de las transformaciones químicas reversibles.

β) Inversamente, se puede encontrar la ley de un

fenómeno complejo, componiendo las fórmulas que rigen los fenómenos elementales por los cuales está constituido, ya obren estas leyes elementales simultánea ó sucesivamente en el curso de la transformación de que se trata.

La Química-física nos muestra numerosos ejemplos de una transformación compleja descompuesta en transformaciones múltiples más elementales, por ejemplo, en transformaciones inversas simultáneas y que se equilibran. En el estudio de los fenómenos regidos por la ley de las fases y de los fenómenos de catalipsis se puede seguir la aplicación de estos empleos de la deducción.

7) Se puede también deducir de una fórmula matemática ciertas consecuencias que se encuentran realizadas en la naturaleza y que no se habrían apercibido aún.

8) Pero lo que ha sido capital para la ciencia es que ha llegado á descubrir la analogía fundamental de dos clases de fenómenos por las analogías de las formas matemáticas que logran representarlas. Así es como Maxwell ha llegado á asimilar la luz á una perturbación electromagnética y á considerar los fenómenos electrodinámicos como el resultado de un movimiento vibratorio del éter.

Este es el tercer género de hipótesis especiales del cual hemos hablado á propósito de la hipótesis.

B) *Uso general del método deductivo en las ciencias experimentales.—La sistematización matemática.*—Pero estos usos especiales, aunque sean de una utilidad considerable para el progreso de la ciencia y de la civi-

lización, no son quizá aún el uso más notable de la deducción en las ciencias de la naturaleza. La deducción no queda reducida á un simple procedimiento particular de aplicación. Puede también convertirse en un método general en las ciencias inductivas: *el gran método de sistematización y de exposición*, la síntesis que interviene después del análisis.

Hemos visto, en el capítulo dedicado á la ciencia en general, que las leyes no permanecen aisladas las unas de las otras; se agrupan en orden jerárquico, en sistema, bajo la hegemonía de algunas de ellas, que son los medios explicativos más elevados á los cuales es posible remontarse y que se muestran como irreductibles las unas á las otras, momentáneamente al menos. Puesto que toda ley tiende á tomar una forma matemática, resulta de este hecho que la ciencia, en sus partes así matematizadas, nos presenta un conjunto de fórmulas matemáticas ligadas unas á otras en un cuerpo de doctrina sistematizada. Las matemáticas nos proporcionan entonces un medio de ligar racionalmente unas leyes á otras, según modos perfectamente lógicos. Las partes matemáticas de la ciencia son, pues, lo más sistematizado que hay en ella (como la Mecánica, la Termodinámica, la Energética, la Física matemática, la Mecánica química, etc.).

De aquí, que toda ciencia pueda revestir dos grandes aspectos; que, los mismos conocimientos, del mismo contenido, puedan ordenarse según dos grandes cuadros idénticamente (sino que se ordenan en un sentido aproximadamente inverso el uno del otro): el uno, que sigue paso á paso la marcha de la inducción de lo par-

ricular á lo general ó, más bien, de la consecuencia á la razón, es el orden de la *adquisición* y del *descubrimiento*; el otro, que, siguiendo el camino deductivo, va de lo general á lo particular ó, mejor, de la razón á la consecuencia, es el orden de la *exposición* y de la *explicación*. Tiene la ventaja de sistematizar, es decir, de hacer ver claramente los lazos de las leyes entre sí y el proceso de la ciencia que, poco á poco, "en resumidas cuentas, se aproxima á la unidad" (H. Poincaré) y toma la forma de un conjunto orgánico.

La ciencia toma, entonces, el aspecto siguiente: principios que representan el papel de elementos introducidos por la intuición en las matemáticas puras y que se apoyan, sin discusión posible, sobre una condensación de experiencias que nuestro espíritu prolonga y eleva, en cierto modo, hasta el infinito, como se verá inmediatamente. A partir de estos principios, y según el método de *deducción sintética*, que nos ha parecido que caracteriza y define el método matemático, encadenamiento de todas las leyes físicas conocidas—ó, más bien, del mayor número de ellas, porque en el estado de ignorancia tan grande en que nos encontramos aún no se puede ambicionar una sistematización total, sin lagunas, sin hiatos—. Este encadenamiento se persigue de un modo análogo al de las proposiciones geométricas.

Se trata, insistimos sobre ello, de una *deducción sintética* muy diferente de la deducción formal ó silogística por su naturaleza y por los elementos experimentales que implica.

Ciertamente que, allí donde estemos aún reducidos

á vagas determinaciones cualitativas, allí donde no hayamos podido aportar la precisión y la claridad matemáticas, cabe, hasta tal punto es poderoso nuestro instinto de sistematización explicativa, contentarse con una deducción cualitativa que recuerda el método silogístico y no hace más que agrupar las leyes según su grado de generalidad aparente. (En Sociología, en Psicología y aún en Biología, se permanece frecuentemente en este estado.)

Pero este procedimiento es un recurso provisional de exposición que se emplea en la esperanza de otro mejor. Es, sobre todo, una forma de lenguaje (lo que explica que los procedimientos de la Lógica formal basten en él). No lleva en sí el carácter de inteligibilidad y de explicación; no tiene ninguna de las ventajas previstas que busca la verdadera deducción en las ciencias de la naturaleza y que puede dar solamente la deducción matemática.

Para dar á comprender bien la naturaleza de la sistematización matemática tomamos de Bouasse (*Prefacio de Mécanique et Physique*, 8), la breve descripción de este método, comparado con el método inductivo que le ha preparado y referidos ambos al punto de vista particular de la enseñanza de las ciencias físicas:

“Hay dos maneras prácticas de enseñar las ciencias naturales:

”La primera, la más interesante, pero también la más larga, consiste en tratar de rehacer, *al menos esquemáticamente*, el trabajo de los siglos, *no bajo su forma histórica é incoherente, sino bajo una forma*

lógica y simplificada. El profesor enuncia y muestra algunos hechos; los estudia, desprende de ellos las leyes particulares y se eleva poco á poco, *sin salto aparente*, á los principios generales. No digo que sin salto real, porque el paso de un hecho á una ley, de una ley á un principio más general, es una inducción y participa necesariamente del carácter atrevido de este método: el profesor que sabe adónde quiere llevar á su auditorio, dirige la exposición de los hechos de manera que haga natural y casi necesaria una generalización que ha costado siglos de esfuerzos, de tanteos y de fracasos.

"El segundo método, más sistemático, una vez establecido el principio, deduce de él los hechos; es más particularmente breve y claro. Este método daría la idea más falsa de la ciencia á aquellos que no conociesen nada de ella. El alumno se imaginaría que los principios nos han sido misteriosamente revelados; no comprendería que el empleo del método dogmático y deductivo de exposición ha sido precedido por el empleo del método inductivo de descubrimiento. Tendría la tentación de atribuir á los principios una certeza *a priori* que no tienen y se formaría una idea errónea de su naturaleza. Es verdad que el sabio que encuentra una ley está verdaderamente inspirado; pero, por admirables que sean los resultados de esta inspiración, por misteriosos que sean los procedimientos... son del mismo orden que el razonamiento del gato que, escaldado, teme el agua caliente."

Así, si se quiere comprender bien la naturaleza y el papel que desempeñan las matemáticas en nuestras cien-

cias, importa no olvidar que la deducción matemática no tiene legitimidad y utilidad más que cuando *se superpone á la experiencia y al método inductivo y experimental.*

Es y debe tender á ser la condensación de experiencias pasadas ó por venir.

Todo resultado obtenido por el simple cálculo tiene la garantía de las comprobaciones pasadas. Si no se le comprueba por una experiencia nueva es porque se está cierto, en virtud de lo pasado, de que esta comprobación es inútil. Pero la posibilidad de una comprobación experimental directa sostiene toda aplicación particular del método deductivo. Y toda la construcción deductiva misma está sustentada, en su conjunto, por el hecho de que no es sino el revestimiento de los resultados obtenidos anteriormente por la experiencia.

Se trata siempre, y no se trata jamás de otra cosa que de un razonamiento experimental ó, si se quiere, mejor, de un razonamiento de base experimental.

C. *Los principios.*—Hemos dicho que, toda esta sistematización deductiva, estaba suspendida, como requiere el método deductivo y en particular la deducción matemática, de ciertos postulados. Estos reciben el nombre de *principios* y, por la generalidad de su aplicación y de su utilización, cuando no, como sucede también, por la generalidad de su propia significación y de su contenido, dominan todas las ciencias, que en cierto modo, suspenden de ellos el conjunto de sus leyes. Estos principios, en el momento en que se los emplea, son considerados como la base racional de cada ciencia.

Pero, ¿no contradicen estos principios lo que aca-

bamos de decir? ¿Pueden acaso ser considerados como verdades experimentales? Parece muy difícil concederlo sin forzar el sentido de las palabras. Notemos, primero, que la palabra "verdad" estaría muy mal escogida. Lo propio del método inductivo es proceder de lo particular á lo general: lo que hay de más seguro en las ciencias á las cuales preside no son las grandes generalizaciones sino las proposiciones particulares. Porque las grandes generalizaciones son siempre adquisiciones más recientes, y, sobre todo, de comprobación menos completa y menos fácil. En particular sucede que, para las más altas generalidades, no hay jamás comprobación en el sentido pleno de la palabra, porque la experiencia de comprobación debería versar, no sólo sobre todo lo conocido, sino también sobre todo lo desconocido, que se supone tan subordinado á ellas como lo conocido; porque lo propio del principio es presidir, al menos durante algún tiempo, la sistematización de todos los conocimientos que ha adquirido y que va *adquiriendo* la ciencia que le ha adoptado.

Hay, pues, en todo principio, algo que excede la experiencia adquirida: una *hipótesis*, cuyas consecuencias se han comprobado hasta el presente. Que el principio tiene este carácter se advierte teniendo en cuenta que no es definitivo, inmutable, en *cuanto principio general de la ciencia*. El principio de conservación de la masa, y, más generalmente, los principios de la Mecánica racional, que se consideraban, hasta el fin del siglo último, como las bases necesarias y suficientes de las ciencias físico-químicas, se han hecho insuficientes para *cumplir esta función*. Han descendido de su dignidad de

principios suficientes á la significación de leyes derivadas, necesarias sólo en un dominio más estrecho, bajo ciertas condiciones restrictivas.

Pero, en este ejemplo mismo, se ve que, tales principios, no han caído por completo. Siguen siendo verdaderos en un dominio, entre ciertos límites. ¿Por qué? Porque, si no eran verdades experimentales *en toda la extensión que se les suponía*, eran verdades experimentales en un dominio más limitado: la ciencia de los movimientos de masas que no descienden por bajo de la magnitud del átomo químico y de velocidades inferiores á $\frac{1}{10}$ de la de la luz. Para esta parte de la ciencia eran condensaciones de experiencias pasadas. Para el resto eran, por el contrario, anticipaciones de experiencias por venir, que, según casi la unanimidad de los físicos actuales, han limitado esta extensión.

Los *principios* son, pues, *hipótesis lógicas*, de *base experimental*, es cierto, pero que *prolongan* arbitrariamente esta base hasta el infinito, y que, frecuentemente también, la *rectifican*, haciendo abstracción de pequeñas divergencias consideradas, en este momento, como errores de experiencia, pero que el porvenir muestra que, por el contrario, son errores sistemáticos. La experiencia consiste en sugerirlas, y no en comprobarlas ó en dotarlas de un contenido, de un sentido real.

“Los principios timoratos, simple traducción de los hechos, no contienen bastante esperanza para satisfacer nuestro deseo de saber y de explicar. No podríamos contentarnos con leyes seguras pero infecundas; preferimos arriesgarnos al error, á las probabilidades mayores de error, si podemos adquirir la esperanza de

agrandar más rápidamente el tesoro de nuestros conocimientos. Tratamos de adivinar, por una generalización atrevida, los *principios*, que exceden la experiencia, y son, por lo mismo, *indemostrables*; nos *anticipamos* á los hechos; algunas veces, nuestra audacia es recompensada por una construcción *a priori*, que resulta ser la *interpretación* exacta de la naturaleza.

"Bacon nos dice que no hay que poner alas al entendimiento, sino que, por el contrario, hay que ponerle pies de plomo que le contengan y le impidan lanzarse, desde luego, á los principios más elevados. Porque, en efecto, es fuerte la tentación de buscar, después de algunas experiencias, un sistema *a priori*, del cual se pueda en seguida deducir todos los hechos por medio del razonamiento...; así es como han procedido todos los antiguos, y esta es la causa del lamentable fracaso de teorías audaces como la de los torbellinos, de Descartes, y de tantas otras que vemos aparecer triunfalmente para hundirse pasados algunos meses ó algunos años. Sus autores se han anticipado con exceso á la experiencia; no han sabido elegir, entre la infinidad de proposiciones generales que contienen todos los hechos conocidos, el principio *verdadero*, el que interpreta exactamente la naturaleza.

"Pero, por numerosos que sean los escollos, la audacia es, algunas veces, coronada por el éxito.

"Después de haber estudiado la palanca, la polea—las máquinas simples, poco numerosas, entonces conocidas—y haber enunciado exactamente las leyes particulares á las cuales obedecen, se ha notado hacia 1620 que todas estas leyes eran casos particulares de una regla más ge-

neral, á saber: *lo que se pierde en fuerza se gana en velocidad*. Dejándose guiar, lo más frecuentemente, por este principio, se han inventado después máquinas á millares que la confirman exactamente. Con seguridad, ni en tiempo de Galileo, ni en el nuestro, se podría dar una demostración general y *a priori* del *principio del trabajo*. Esto es evidente, puesto que la demostración *a priori* de su verdad exigiría que se conociese todo lo que el principio encierra; pero todos los días encontramos aplicaciones nuevas de él. Su enunciado ha sido, pues, una adivinación feliz; se aplica á tantos hechos, aclara tantos problemas, que dudar actualmente de su certeza sería una locura.

"Es cierto que, los descubrimientos del siglo último, han probado que no era bastante general; se le ha completado por una nueva y feliz adivinación y se le ha convertido en el principio de la conservación de la energía que domina hasta el presente la ciencia." (Bouasse, *idem*.)

En resumen: los principios no son puramente arbitrarios, porque proceden de un fondo experimental cierto. Pero no son la simple expresión de la experiencia (lejos de ello), como las leyes particulares, porque prolongan la experiencia que les sirve de base hasta abrazar momentáneamente todo lo desconocido.

Así, los físicos los emplean como *guías*, como ideas directoras, como *formas lógicas*, es decir, como cuadros que pueden servir para organizar y para enlazar unas á otras todas las leyes particulares más bien que como expresión bruta de una realidad material. En este sentido es en el que algunos de estos físicos (Duhem, entre

ellos) han dicho, quizá con alguna exageración, que un principio no es jamás ni *verdadero* ni *falso*. En todo caso, es cierto que no está en el espíritu del sabio el considerarle á la manera de una ley particular, como la traducción inmediata y fiel de un hecho de experiencia, y, por consiguiente, el someterle, en su acepción íntegra, al único criterio de verdad que admite la ciencia experimental: la experimentación. M. Poincaré ha hecho observar, más justa y más moderadamente que, lo que no es ni verdadero ni falso en un principio es su extensión *indefinida*, la *universalización de derecho* que se le confiere haciendo de él una forma lógica; pero siempre será susceptible de ser verdadero ó falso, de ser confirmado ó rechazado por la experimentación directa en el dominio mucho más restringido que consiente la ley experimental que le ha sugerido.

Por consiguiente, hay que considerar un "principio", más bien como una regla por más ó menos tiempo necesaria para la edificación de la ciencia, que como una ley natural. Lo que corresponde más bien á una realidad material susceptible de ser comprobada, enmendada ó rechazada por la experiencia es, como se verá inmediatamente, la "gran hipótesis". Para muchos físicos es el sostén del principio, el conjunto hipotético de hechos que, si fuesen descubiertos un día como correspondientes á la realidad, admitirían entonces el principio como la ley natural y más general que los rige.

Un principio es, pues, improbable directamente por la experiencia. Del mismo modo, es indemostrable lógicamente, puesto que, por hipótesis, sirve de clave de bóveda á toda demostración, y que, para demostrarle,

sería preciso deducirle de un principio más general. Desde luego, en las ciencias experimentales, una demostración *a priori* no tiene valor ni puesto alguno. Es imposible. El método deductivo no tiene aquí sentido más que á partir de la experiencia.

D) *Ventajas de este sistema deductivo.*—Gracias á este empleo general de la deducción en la ciencia experimental, tiende ésta á tomar, y toma efectivamente, cada vez más, una forma racional y matemática que tiene la ventaja de dar á la ciencia una claridad, un vigor lógico y, al mismo tiempo, una profundidad filosófica que está lejos de tener en el estado puramente empírico. Entonces la ciencia nos presenta realmente, como se decía en el siglo XVIII, un cuadro de la naturaleza (al menos, de lo que conocemos de la naturaleza). Las Matemáticas son esencialmente lógicas. Nos proporcionan el tipo de la inteligibilidad. Todo lo que toma una forma matemática adquiere, por esto, un aspecto lógico y se hace más inteligible. *No sabemos más, pero comprendemos mejor*; vemos mejor el conjunto y las relaciones de cada parte en la totalidad. Además, el espíritu se siente más seguro; su certidumbre alcanza el máximo de firmeza; en una palabra: sus exigencias en materia de conocimiento están mejor satisfechas. Porque el modo demostrativo es el modo persuasivo por excelencia. Todas estas ventajas que presenta la ciencia experimental, puesta bajo forma deductiva, se resumen diciendo que se ha hecho *racional*. Dados los principios, el contenido de la ciencia se deduce de ellos lógicamente constituyendo un *sistema* inteligible, *racional*.

Explicar un hecho es, en último término, redu-

cirle á otro. Cuando inducimos, cuando establecemos un lazo de causalidad, es para llegar, ya lo hemos visto, á formular una ley general que nos permita reducir una multitud de hechos á la relación que ella expresa. La ley es un principio explicativo, porque es un principio de reducción, porque hace depender un grupo de hechos particulares de un hecho más general, que es la relación causal á la cual obedece este grupo. Pero entonces se ve que la forma deductiva—que reduce unas leyes á otras, ó, más exactamente, que pone de manifiesto cómo unas leyes se pueden enlazar á otras, cómo, desde el punto de vista adoptado, es decir, desde los principios admitidos, son las unas consecuencia de las otras, y, recíprocamente (si se las toma en el orden inverso), las unas razones de las otras—es la forma *explicativa por excelencia*.

E) *Conclusión general sobre el método experimental*.—En resumen, el método científico, tal como se le ve en acción en las ciencias experimentales más avanzadas, y tal, creemos nosotros, como se presenta ó se ha presentado, con cambios de aspecto considerables, según la diversidad tan extraordinaria de objetos á los cuales se aplica, en el desarrollo de todas nuestras ciencias, es el método inductivo-deductivo. Comprende dos tiempos bien marcados: 1.º, la inducción, que implica también la hipótesis, la experiencia; 2.º, la deducción matemática por la cual se enlazan lógicamente unas con otras nuestras adquisiciones inductivas, con comprobación de esta forma deductiva por el cálculo de un caso particular y su comparación con los datos de la experiencia. *El criterio supremo es, pues, la experiencia.*

De ella es de donde se parte para inducir estas leyes generales; á ella es á la que se vuelve para comprobar el conjunto deductivo en el cual se ordenan estas leyes generales. Cierra el ciclo que ha abierto, y con esto da su carácter definitivo y su valor á la certeza científica.

V. LAS TEORÍAS Ó GRANDES HIPÓTESIS.

La parte *hipotética* que entra en la exposición sistemática y deductiva de nuestras ciencias tiene como consecuencia que, esta exposición está, la mayor parte de las veces, ligada á la construcción de grandes hipótesis que abrazan todo el campo de una ciencia. De ellas hemos hablado ya en muchas ocasiones y hemos visto su utilidad para el descubrimiento.

Estas grandes hipótesis, que no son, como los tres géneros de hipótesis ya examinados, un momento preciso de todo descubrimiento experimental (aunque le presidan casi siempre de un modo latente), son propiamente instrumentos de exposición y de sistematización.

¿Cómo ha llegado el espíritu á formularlas? ¿No podría haberse contentado con los "principios" que hacen posible toda la deducción y forman, en cierto modo, la clave de bóveda de las construcciones científicas? ¿No vendrán á duplicar inútilmente, ya que no desgraciadamente, estos "principios", puesto que ellos son también instrumentos de exposición y de sistematización? Inmediatamente examinaremos esta opinión, que, como ya hemos visto, es la de algunos grandes sabios. Pero, entre tanto, puesto que estas hipótesis existen y

han existido siempre, de hecho, en la ciencia, analicémoslas y demos cuenta del pensamiento que ha presidido á su formación.

Los principios representan más especialmente una *función lógica*. Así, pues, tienen una *naturaleza lógica*. En el espíritu del sabio, el principio no corresponde por sí mismo á algo real. Lo que corresponde á algo real es la base experimental que le ha sugerido, pero que, de ordinario, es infinitamente estrecha en comparación con la extensión dada al principio y mucho menos exacta, mucho menos rigurosa.

El principio rectifica, en general, y simplifica las complejidades que la experiencia bruta nos forzaría á considerar. Es un abstracto muy lejano de los hechos, el más elevado de estos abstractos superiores que la Psicología considera como puros conceptos del espíritu.

Así, sería preciso guardarse de dotarlos de una existencia concreta, de hacer de ellos "cosas", de hipostasiarlos, en una palabra. Expresan sólo la posibilidad de una relación muy general entre una multitud de hechos. Muchos se sirven simplemente de ellos como de una fórmula algebraica, de un símbolo, de un logaritmo. Tienen una existencia y un valor *esencialmente lógicos*.

Pero, si algunos espíritus pueden manejar con bastante facilidad abstracciones de este género, y contentarse, desde el punto de vista científico, con una satisfacción puramente lógica, la mayor parte no pueden resolverse á ello. No hay que olvidar, por otra parte, que la ciencia, no sólo tiene una función lógica y una función utilitaria, tiene también y tiene, sobre todo, una función *teórica*; quiere hacernos conocer y com-

prender las cosas. Es, ó al menos quiere ser, un sistema de conocimientos, por consiguiente de representaciones y de representaciones concretas, puesto que el conocimiento de una cosa es siempre una intuición concreta de esta cosa, un medio de representarse esta cosa en sus relaciones con las otras.

Si la ciencia es realmente, como lo creemos y como lo hemos expuesto hasta aquí, un medio de alcanzar un verdadero conocimiento de la naturaleza—y no solamente un medio de actuar sobre la materia ó de introducir en ella un orden lógico subjetivo, medio que no sirve más que para las necesidades prácticas de nuestro espíritu—es preciso de toda necesidad apoyar los principios, *hipótesis lógicas y abstractas*, sobre teorías, *hipótesis intuitivas y concretas*.

Es preciso dar cuenta de los principios abstractos por concepciones de hechos concretos, de tal suerte que los principios no aparezcan más que como leyes hipotéticas, relaciones hipotéticas de una realidad hipotética, pero que la experiencia deba poco á poco rectificar y comprobar sin jamás contradecirla. Esta realidad hipotética es la que constituye el objeto de las *teorías* ó de las *grandes hipótesis* de la Física, de la Química, de la Biología, etc. Lo que los principios son á las leyes experimentales son á los hechos experimentales estas grandes hipótesis. Las grandes hipótesis tienen también una base experimental que rectifican y generalizan infinitamente. El mecanismo tradicional, por ejemplo, supone que la materia entera no está formada más que por pequeños corpúsculos que se conducen como las masas visibles de nuestro sistema solar, obe-

decidiendo á las reglas de la Mecánica racional y que no poseen más que las propiedades estudiadas por ésta. Todas las otras propiedades deben, poco á poco, reducirse á ellas. El cinetismo electrónico liga estos corpúsculos á cargas eléctricas, cuyas leyes se hacen entonces fundamentales. La energética de Ostwald supone que, bajo todos los hechos, no hay más que diferentes géneros de energía, única sustancia constitutiva de todo el universo. La hipótesis de la evolución supone una transformación, por variaciones continuas, de las especies las unas en las otras. Con ciertas reservas, se podría decir que ha representado concretamente el antiguo principio de la subordinación de los caracteres en las ciencias zoológicas, etc.

En suma: las grandes hipótesis *materializan* ó, mejor, *concretan* los principios; construyen realidades de las cuales estos principios son las leyes y que dan cuenta de estos principios. En este sentido van más lejos las hipótesis que los principios. Lo cual explica que, más que en parte alguna, sean precisas en estas hipótesis, para formarlas y admitirlas, *las mayores precauciones*. Los sabios no toman nunca demasiadas. Pero, por el contrario, tienen un poder de anticipación más considerable, una potencia explicativa é inventiva. Dan una satisfacción mayor y una satisfacción más filosófica á nuestra necesidad de conocer y de saber.

Las grandes hipótesis sirven para hacer comprender el conjunto de los fenómenos, para explicar este conjunto, no, como las hipótesis parciales, tal ó cual fenómeno particular. Dan vida y unidad al organismo científico.

Son extremadamente útiles, porque permiten coordinar los resultados ya adquiridos, hacer resaltar sus relaciones, exponer más fácilmente lo adquirido y, en fin, avanzar hacia el descubrimiento de hechos generales de los cuales son el sustituto provisional. En otros términos, se esfuerzan por transformar los "principios" lógicos en leyes reales de hechos reales, tratando de construir y, después, de comprobar una concepción de hechos de los cuales estos principios expresarían las relaciones efectivas". "El empleo de este poderoso artificio—dice Augusto Comte—debe estar constantemente sujeto á una condición fundamental, á falta de la cual tendría necesariamente que impedir el desarrollo de nuestros verdaderos conocimientos. Esta condición, hasta aquí vagamente analizada, consiste en no imaginar jamás sino hipótesis susceptibles, por su naturaleza, de una comprobación positiva, más ó menos remota, pero siempre claramente inevitable, y cuyo grado de precisión esté exactamente en armonía con el que consiente el estudio de los fenómenos correspondientes. En otros términos, las hipótesis verdaderamente científicas deben presentar constantemente el carácter de simples anticipaciones sobre lo que la experiencia y el razonamiento hubieran podido descubrir inmediatamente, si las circunstancias del problema hubiesen sido más favorables.

"Con tal que esta única regla necesaria sea siempre observada escrupulosamente, las hipótesis pueden, evidentemente, ser introducidas sin peligro, siempre que se experimente la necesidad de ellas y aún simplemente el deseo razonado. Porque, así, se limitan á sustituir una

exploración indirecta á la exploración directa cuando ésta sea imposible ó muy difícil."

La teoría de la unidad de las fuerzas físicas, la teoría molecular del calor, la teoría electromagnética de la luz, la teoría mecánica de la vida, etc., son ejemplos de hipótesis de este género. Del mismo modo las teorías físico-químicas generales, sumariamente analizadas al final del capítulo precedente. La teoría de la evolución, al menos en cuanto á su principio general, es ejemplo de una hipótesis general trasformada, en ciertos dominios, en leyes científicas por la comprobación experimental.

La hipótesis tiene, pues, dos empleos diferentes en las ciencias de la naturaleza: *particular* y como tal es un procedimiento individual de invención; general, en cuyo sentido es un principio *común* de sistematización que tiene una posición duradera en la ciencia. Pero, en ambos casos, seguirá siendo una *anticipación de la experiencia*, sólo que será la anticipación de una experiencia muy compleja y muy lejana en el segundo.

Añadamos que, este segundo género de hipótesis, las hipótesis generales que pretenden representar todo un conjunto de fenómenos por una anticipación muy lejana de la experiencia y, por consiguiente, muy aventurada, son muy discutidas por algunos sabios que quisieran que la ciencia no fuera más que la exposición más económica y más exacta de las relaciones experimentales de los fenómenos. La deducción matemática no sería entonces más que un medio *formal* de exponer los descubrimientos experimentales. En sí misma, no sería ni verdadera ni falsa (Duhem), como los principios

sobre los cuales se apoya. (Acerca de esto compárese lo dicho en el capítulo precedente, § V, y en el capítulo presente, § VIII y IX.)

VI. OPERACIONES ACCESORIAS DE LAS INDUCTIVAS.

A. *Definiciones empíricas.*—En otro tiempo, la definición y la clasificación representaban un gran papel en las ciencias de la naturaleza. Actualmente este papel no es más que accesorio.

En efecto: antes, el método dialéctico tenía por objeto esencial dar una definición de las cosas y clasificarlas. Se consideraba la naturaleza como un conjunto de propiedades y de seres, fijos en una jerarquía de géneros y de especies inmutables. Se suponía que, el espíritu humano, era capaz de sorprender la esencia, la naturaleza profunda, eterna é invariable de las cosas y que se podía entonces deducir de ella todas las otras propiedades sin tener que volver jamás sobre estas definiciones primeras.

Hoy tenemos una concepción completamente diferente de la ciencia. Esta trata, sobre todo, de establecer relaciones, leyes entre los hechos. La definición no es más que un proceso accesorio y, en lugar de ser el fin de la ciencia, como decía Aristóteles, es, más bien, una fórmula provisional que permite, *al principio de la investigación*, sea una delimitación de la significación de una palabra, sea una delimitación de los fenómenos que se quiera estudiar, ó, en el *curso de la investigación*, un resumen de los conocimientos adquiridos y, algunas veces, también, de las hipótesis utilizadas.

1.º *Las definiciones verbales* consisten en estable-

blecer, de un modo claro y distinto, el sentido de las palabras que serán empleadas en el curso de una investigación, de modo que no quepa equívoco alguno en las operaciones, exposiciones, razonamientos y conclusiones que traiga consigo.

En cierto sentido, toda definición es *una definición verbal*, porque asigna una *palabra* para la expresión de ciertos hechos. Pero se reserva más estrictamente este nombre á las definiciones preliminares de las cuales vamos á hablar y que, circunscribiendo el objeto de una investigación, fijan, al mismo tiempo y con el mismo sentido, los vocablos que serán empleados en ella.

Se llama *definiciones de cosas* á aquellas que, refiriéndose directamente á los hechos, son resúmenes de conocimientos.

2.º *Definiciones preliminares.*—Como todo hecho, ó todo grupo de hechos, en la naturaleza, consiste en un conjunto de propiedades que los caracterizan, las ciencias de la naturaleza estudian estas propiedades características y tratan de establecer relaciones entre ellas. Entre estas propiedades, algunas son datos *directos* de la experiencia. Ordinariamente se toma una de ellas para caracterizar el hecho ó el grupo de hechos que se va á estudiar; esta propiedad les servirá, por decirlo así, de etiqueta. Y la mejor definición que pueda darse procederá por apelación á la experiencia directa inmediata, á la intuición sensible de los fenómenos.

Como estas propiedades tienen entre sí relaciones, se puede elegir, en gran parte, *arbitrariamente* entre ellas. Las teorías científicas, que no son más que el sistema de éstas relaciones, permitirán, después, pasar de

la que se ha elegido á las otras. El sabio se deja guiar, en esta elección, por la comodidad teórica ó por la propiedad más aparente, más fácil de descubrir ó más habitualmente tenuta en cuenta.

Entonces, esta propiedad sirve para caracterizar, de un modo preliminar, el hecho ó el grupo de hechos que se estudia. Por ejemplo, se caracterizará el grupo de hechos llamados eléctricos por la aparición, en ciertas condiciones experimentales, de una propiedad atractiva ó repulsiva en los cuerpos que manifiestan estos fenómenos.

3.º *Definiciones, resumen de conocimientos.*—A medida que la ciencia extiende el círculo de las relaciones que descubre, enriquece esta definición preliminar de los hechos delimitados con su ayuda, completando la primera propiedad común tomada como punto de partida de todas las nuevas propiedades descubiertas. Así, la definición puede darnos el resumen de un conocimiento cada vez más extenso en relación á los hechos definidos.

Se comprende fácilmente que, la definición, resumen de conocimientos, no puede ser ni inmutable ni definitiva. Se transforma sin cesar, á medida que la inducción y la demostración nos hacen penetrar más en la esencia del fenómeno. *Es progresiva y provisional.* Se parece, con frecuencia, á las armaduras destinadas á desaparecer cuando se termina un monumento (á esta clase pertenecían la definición de los cetáceos, cuando se les incluía entre los peces; la del calor ó la electricidad cuando se les consideraba como fluidos; la de la luz en la teoría de la emisión, etc.).

B. *Clasificaciones*.—A medida que cada fenómeno es mejor conocido y, por consiguiente, definido más exactamente, se sitúa también de un modo más preciso: se *clasifica* de una manera más clara. De aquí resulta que, en cada instante, una ciencia puede trazar una especie de cuadro general de *clasificación* de los hechos que estudia, clasificación que se apoya sobre las definiciones que la ciencia puede dar de ellos y tiene el mismo valor que esta definición. A un conjunto de definiciones corresponde siempre una *clasificación*.

Sobre todo, en las *ciencias naturales* es donde se utiliza las clasificaciones.

El principio de toda clasificación es el que el naturalista Cuvier ha llamado *principio de subordinación de los caracteres*. Hay, en todo ser y en todo hecho natural, propiedades que posee en común con un número *mayor ó menor* de otros seres ó de otros hechos, es decir, propiedades que son *más ó menos* generales; por consiguiente, entre estas propiedades, algunas se encuentran *subordinadas* á otras más generales en el sentido de que, las primeras, no se encuentran jamás sin las segundas, pero que, éstas, pueden muy bien existir sin las primeras: los caracteres del felino implican necesariamente los caracteres del mamífero; pero los caracteres del mamífero pueden existir sin los caracteres del felino y con otros caracteres subordinados, como en los marsupiales, los lemúridos, etc.

Del mismo modo, un movimiento vibratorio puede dar, según su amplitud, su viveza y su medio, un sonido, tal ó cual luz coloreada, electricidad, etc., pero no puede haber sonido, color, electricidad, etc., sin un mo-

vimiento vibratorio. Estos fenómenos son, pues, especies particulares de un género de movimiento; sus propiedades específicas están subordinadas al género de movimiento mismo.

Apenas si es necesario decir que, en tanto que una ciencia no se ha acabado, sus clasificaciones son provisionales é imperfectas, como las definiciones sobre las cuales se apoyan. Pero una ciencia no se acaba jamás; eso es lo que aparece más cierto.

El orden de subordinación puede ser erróneo ó estar confusamente percibido. Así, cuando, al principio, se conocen muy mal los hechos y se da de ellos definiciones fundadas en apariencias, más bien que en su naturaleza real, se dice que la clasificación resultante es *artificial*. Con esto se expresa que está simplemente hecha en vista de la comodidad práctica de la investigación, pero que no representa un orden real de los fenómenos.

Sólo á medida que se conocen mejor los hechos la clasificación se hace cada vez más *natural*.

Pero toda clasificación sigue siendo siempre, en cierto modo, artificial, porque, en contra de lo que antes se creía, los fenómenos naturales no parece que constituyen especies fijas y absolutamente separadas.

Las cosas *evolucionan* constantemente. Están en una evolución continua. Por consiguiente, las transiciones entre las cosas son insensibles. Hay en la naturaleza una continuidad que hace arbitrarias nuestras distinciones, así como nuestras definiciones. Sobre todo, en las ciencias naturales se ve que, hoy, están todas pene-

tradas, como se ha notado en el capítulo precedente, por las teorías *transformistas*.

Una buena clasificación no puede, pues, ser más que una clasificación *genética* y trazar de nuevo el modo cómo los hechos se determinan los unos á los otros en la naturaleza, el modo cómo los unos se construyen á partir de los otros ó se ligan entre sí. La clasificación, en las ciencias naturales, que es donde solamente tiene verdadera importancia, trata de ser un árbol genealógico.

SEGUNDA PARTE

PROBLEMA LÓGICO

VII. VALOR DEL MÉTODO INDUCTIVO: EL FUNDAMENTO DE LA INDUCCIÓN.

A. *Posición del problema.*—La fuerza probatoria de un razonamiento inductivo, como se ha visto en todo lo que precede, depende por completo de una comprobación experimental, es decir, de un examen de *algunos casos particulares*, y conduce á una conclusión *general*.

¿Quién nos garantiza, entonces, de que la conclusión que revela es constante y uniforme? ¿Quién nos garantiza de que mañana no vendrán experiencias contradictorias á destruir la pretendida necesidad de nuestras conclusiones? La experimentación no vale más que para los casos particulares sobre los cuales ha versado.

Todo lo que es inducción en la ciencia, es decir,

todas las ciencias, salvo las matemáticas, ¿será, pues, hipotético? O, por el contrario, ¿implicará, el razonamiento inductivo, elementos que nuestro análisis ha dejado escapar y que le confieran la certeza?

B. *Las soluciones.*—a) *Dogmáticas y metafísicas.*
—1.^a *La enumeración completa de los casos particulares: el silogismo inductivo.*—Se podría primero pretender que la experiencia nos hace conocer poco á poco *todos* los casos particulares y que, entonces, la inducción acaba por poseer una certeza completa. Tendríamos un razonamiento de este género:

Los fenómenos A, B, C..., Z son los *únicos* que tienen la propiedad *a*.

Pero los fenómenos A, B, C..., Z son también los *únicos* que tienen la propiedad *b*.

Luego *a* es la causa universal y necesaria de *b*, es decir: todas las veces que encontramos *a* encontramos *b*.

Esto es el *silogismo inductivo*, que supone la enumeración completa de los casos en los cuales *a* y *b* son dados. Pero se ve inmediatamente que esta enumeración es imposible, porque la cantidad de los casos que podemos conocer, respecto á todos aquellos que se han presentado y se presentarán en el infinito del tiempo y del espacio está aproximadamente en la proporción de cero al infinito.

2.^o *La causa como una fuerza natural eficaz, conocida por el espíritu*—Pero la noción de causa, ¿no tiene vulgarmente un sentido más intenso que el de una sucesión entre dos fenómenos? Cuando consideramos nuestra voluntad como la causa de un movimiento de nuestro cuerpo, ¿no creemos tener la idea confusa de

una creación que emana de nosotros, de una fuerza, de una potencia activa y eficaz? Pero, si concebimos así la causa en la naturaleza, y si ésta produce, crea por su virtud propia su efecto, tenemos, al parecer, en la noción de esta *fuerza productiva*, el fundamento de una inducción necesaria y universal. Una experiencia particular, mostrándonos esta fuerza, nos revela una causa indudable; y *cuantas veces* la volvamos á encontrar estaremos ciertos de que engendrará el efecto determinado que hemos comprobado ya. Así, un caso particular, nos muestra una necesidad, una universalidad inherentes á la naturaleza de las cosas.

Esta es la teoría de Cousin y de los *eclecticos* y, hasta cierto punto, la teoría escolástica.

3.º *El principio de las leyes inmutables de la naturaleza.*—Pero una potencia creadora debe ser concebida como libre de obrar ó de no obrar. Además, la ciencia moderna ha destruído completamente la noción *antropomórfica* de esta causa eficaz con la cual se imaginaban las cosas sobre el modelo de una voluntad humana.

Si las fuerzas naturales son causas creadoras, será preciso añadir, al menos, que obran siempre del mismo modo y que no pueden desviar el *orden inmutable de la naturaleza*. Esta fué la teoría de los filósofos escoceses, Reid, Dugald Stewart, que añadían también al principio de causalidad un principio de las leyes naturales, una creencia en un orden inmutable de la naturaleza; pero este principio, ó no es más que la comprobación de una sucesión uniforme en *algunas* experiencias ya hechas, y volvemos á parar al mismo problema que tratamos de resolver, ó tiene *otro* origen. Entonces so-

mos conducidos á una manera nueva de plantear el problema de la inducción. Kant es el que la ha desarrollado de la manera más explícita.

4.º *Teoría idealista: Kant y los idealistas modernos.*—Si analizamos la simple relación empírica de la sucesión causal, no podemos encontrar una justificación de la inducción. Pero la inducción implica otra cosa que esta relación *empírica*. Implica *vicisitudes*. Este principio es del género de las verdades primeras con ayuda de las cuales explica Descartes la certeza de las verdades matemáticas. Es *innato, a priori*. Es una *ley de la razón*; todo lo que conocemos está *necesariamente* sometido á ella. Entonces, la inducción es tan cierta como una conclusión deductiva, lógica ó matemática, puesto que descansa sobre la naturaleza misma de nuestro conocimiento, sobre la constitución de nuestro espíritu, sobre una ley á la cual necesitan conformarse *siempre* el universo tal como le conocemos y la experiencia tal como nos es dada. (V. A. Rey, *Métaphysique*, cap. I.VII y, sobre todo, pág. 1052.)

Esta ley, *fundamento de la inducción*, es, según Kant, el *principio de causalidad*. Los sucesores de Kant, siguiendo, desde luego, algunas de sus indicaciones, han añadido á este principio el de *finalidad* que, organizando todos nuestros conocimientos en un sistema *único y lógico*, da una necesidad absoluta y perfectamente inteligible á nuestras inducciones (Lachelier). Bien entendido que, la idea de finalidad, está tomada, no en su sentido vulgar, sino en un sentido lógico.

Cuando afirmamos una conclusión inductiva apercibimos una relación *recíproca* entre el antecedente y

el consiguiente; afirmamos á la vez que *el consiguiente sigue al antecedente* y que *el antecedente está también predeterminado por el consiguiente*. Si el antecedente prepara el consiguiente es porque el consiguiente mismo es el término hacia el cual se dirige el antecedente.

Causa y efecto se determinan mutuamente. El lazo que los une es, pues, necesario y universal, puesto que no pueden existir el uno sin el otro.

Esta doble relación es particularmente manifiesta en los fenómenos biológicos: un ser vivo es el resultado, *el efecto*, de actividades de un cierto número de órganos; pero, á su vez, estas actividades están determinadas por el plan general del organismo que mantienen. El todo es el efecto de las partes; pero, inversamente, las partes son el efecto del desarrollo total.

Cuando inducimos podemos, pues, esperar que aparezca fatalmente el segundo término de la sucesión, porque sin él el primero no nos habría sido dado. Está subordinado en las cosas al segundo.

Esta teoría no incurre más que en un error, el de ser absolutamente metafísica y postular toda una teoría del universo. Psicológicamente no se funda, en modo alguno, sobre un análisis del fenómeno mental, que no nos presenta nunca más que una relación de sucesión causal.

b) Todas estas teorías acusan una desconfianza en relación á la experiencia que tiene, evidentemente, su razón de ser desde el punto de vista *especulativo* y *metafísico*, pero que parece muy exagerada desde el punto de vista *práctico*. ¿Acaso no hemos visto confirmadas siempre nuestras experiencias cuando hemos to-

mado las precauciones necesarias contra el error? ¿Cómo dudar, pues, de que ocurra siempre lo mismo? Admitiendo el hábito *invencible* (St. Mill) y verosímilmente hereditario (Spencer) de fiarse de la experiencia y de las relaciones de *causalidad* (es decir, de *sucesión* y de *coexistencia*) que nos presenta, nuestro espíritu no ha sido engañado jamás. Prácticamente, pues, la ciencia puede tener por ciertas, universales y necesarias, las inducciones experimentales comprobadas.

Parece que, á no colocarse en un punto de vista metafísico que, en sí mismo, es muy dudoso, es imposible decir: "El escepticismo es el fruto que renace sin cesar del empirismo."

c) *Justificación de la inducción.*—1.º *El razonamiento inductivo tiende, sin embargo, hacia una necesidad cada vez más comprobada.*—Desde luego, cuando hablamos del razonamiento inductivo, hablamos de un modo demasiado abstracto y general. Todos los razonamientos inductivos no tienen un valor igual desde el punto de vista de la necesidad y de la universalidad: presentan, por el contrario, como una serie de grados que, poco á poco, se elevan, de la analogía completamente hipotética, á inducciones muy simples que nos parecen absolutamente indiscutibles. En otros términos, si la inducción no es, de derecho, necesaria y universal, algunos razonamientos inductivos, tales como los que encontramos en los dominios bien establecidos de las ciencias experimentales, parecen manifiestamente serlo.

¿En qué momento adquieren este máximo de fuerza de prueba y de claridad y qué proceso es el que entonces se verifica en el espíritu?

2.º *La legitimidad de la inducción consiste en la posibilidad de una deducción futura.*—Si analizamos el estado psicológico vemos que, ese resultado, se alcanza cuando causa y efecto están presentes, en cierto modo, como un todo único en la conciencia y no podemos pensar la una sin el otro. “Se hace notar que la palabra causa significa algunas veces un antecedente, otras un proceso, otras el antecedente, el proceso y el efecto producido, tomados los tres juntamente. Este último sentido es el único completo, porque si la concepción primitiva y popular tiende á restringir la causa al antecedente, á lo que actúa, basta un poco de reflexión para comprender que la causa no es determinada como tal sino por su efecto, que los dos términos son correlativos y el uno no existe sin el otro. En fin: con una reflexión más profunda, el proceso mismo, la transición, el paso (el enlace) aparecen como el punto vital y el *proprium quid* de la causalidad” (Th. Ribot, *Les idées générales*, 203).

La relación de causalidad tiende, pues, á *asimilar los dos términos* primitivamente separados en la conciencia, á mostrar un tránsito natural del primero al segundo, á convertirse, en una palabra, en una *relación de equivalencia* ó de *implicación*.

Este momento es capital en la génesis del razonamiento, porque es el momento en que el razonamiento inductivo puede trasformarse en razonamiento deductivo y alcanzar entonces la *evidencia*, la *necesidad* y la *universalidad completa*, dicho de otro modo, satisfacer completamente nuestra razón.

La relación de sucesión se ha convertido, en cierto

modo, en una relación de equivalencia, en una ecuación, porque liga indisolublemente los dos términos, mostrando que son, en sí mismos, equivalentes el uno al otro, aunque ésta transformación no puede hacerse más que *en un sentido* y sea, como se dice, *irreversible*.

En resumen, el razonamiento inductivo se hace necesario y universal cuando puede transformarse en un razonamiento deductivo, único modo verdadero de demostración. El fundamento de la necesidad *absoluta* de una inducción es la *posibilidad de la deducción*.

Esta es aún una de las razones que impulsan al sabio á dar á sus resultados una forma matemática y, á las ciencias, á revestir esta forma en cuanto les es posible.

Pero es preciso comprender que, lo que constituye la certeza y, por consiguiente, el valor y la verdad de nuestras inducciones, no es la posibilidad de la "deducción racional" en sí misma, sino que, más bien, la posibilidad de la deducción racional no hace más que recubrir la evidencia experimental que la funda. No es más que su signo y manifestación.

VIII. LA CERTEZA EXPERIMENTAL.

En otros términos, el problema filosófico de la inducción parece haber sido mal planteado por los filósofos. Al menos, la ciencia contemporánea no le plantea así. Los filósofos buscaban una justificación de la experiencia y la pedían que presentase sus títulos.

La experiencia actual considera que la experiencia es el *criterio supremo* de todo conocimiento. No hay

que pedirla títulos; ella es, por el contrario, la que se los proporciona á todos nuestros conocimientos. Es el dato, la referencia obligatoria á la cual, de buen ó mal grado, hay que atribuir los resultados que obtenemos en el orden del saber.

Pero la cuestión de la certeza experimental no se resuelve con esto. Toma una forma nueva, porque se ve, inmediatamente, que todo el contenido de una ciencia experimental no está al abrigo de la duda. Sin lo cual, se llegaría al absurdo de que no hay error, que no hay ni aproximaciones sucesivas á la verdad, grados de probabilidad en materia científica.

En efecto: no somos registradores pasivos frente á la experiencia, y la verdadera cuestión filosófica del fundamento de la inducción, del fundamento de la certeza experimental, tal como se plantea actualmente, consiste en saber, de un modo justo, la *cantidad exacta de experiencia que entra en nuestras ciencias*, consiste en distinguir de un modo completo la hipótesis, resorte oculto de toda ciencia, y los datos objetivos de la experiencia.

Aquí nos encontramos en presencia de dos grandes teorías, y, como se trata de una cuestión filosófica, es decir, de una cuestión que no puede obtener más que una solución *verosímil*, que no puede conducir más que á una *creencia personal* y no á una *certeza universal*, no podemos esperar una conclusión que se imponga.

1.º *Formalismo*.—Se puede considerar que la experiencia no nos da nunca más que hechos aislados, ó, al menos, relaciones aisladas entre hechos, series de hechos, aisladas, en tanto que series, las unas de las otras

(como pensaba *Cournot*). Entonces, todo orden lógico, al menos, á partir de un cierto grado de generalidad, es decir, para precisar, según las opiniones muy claras de algunos sabios contemporáneos (*Duhem*, por ejemplo) todo lo que es "teoría científica", sería un cuadro construído por nuestro espíritu para su comodidad, para satisfacer sus exigencias propias. No correspondería á nada en la realidad. En este sentido es en el que *Duhem* dice que una teoría física no es nunca *ni verdadera ni falsa*. Es, simplemente, cómoda. Pero como no puede referirse á la experiencia más que por sus consecuencias últimas y no por sus articulaciones, por su construcción general, toda teoría que llegase á las mismas consecuencias sería también aceptable. Se elige la más simple, la más práctica. No cabe ni aun plantear en relación á ella la cuestión de la verdad. Los principios, claves de bóveda de las teorías, no son tampoco nunca *ni verdaderos ni falsos*.

2.º *H. Poincaré* ha mostrado, desde luego, que se puede siempre confeccionar, en cierto modo, los hechos, suponer la intervención de factores ocultos, añadir términos complementarios invisibles para que los principios se apliquen á estos hechos. Para rechazar ó para continuar admitiendo un principio no hay más criterio que su *comodidad*. Así, en las ciencias experimentales habría que distinguir dos elementos: los hechos, con relaciones empíricas, que vienen de la experiencia, y la construcción lógica que procede de la teoría. Esta segunda parte sería la arbitraria. Pero, como este elemento interviene en toda experiencia, dice *Duhem*, en la práctica sería muy difícil, si no imposible, esta distinción

teórica. Así, en toda ciencia experimental, la certeza absoluta sería un límite al cual se aproximaría sin duda, pero sin poder llegar á él jamás. Los sabios partidarios de esta teoría admiten también una certeza práctica; pero los filósofos que han aceptado esta doctrina, la han llevado frecuentemente hasta el extremo. No hay certeza completa en materia científica. He aquí su conclusión.

2.º *Realismo*.—Pero muchos otros físicos (en Francia Langevin, Perrin, por ejemplo), apoyándose precisamente sobre el hecho de que la experiencia llega gradualmente á dar razón de ciertos principios, primero establecidos como hipotéticos, y á comprobar así enlaces cada vez más amplios entre los fenómenos, piensan que no cabe distinguir en sí mismas las teorías y las grandes hipótesis de las hipótesis particulares. Virtualmente son tan comprobables como ellas; pero, como son infinitamente más amplias, esta comprobación está muy lejana y es muy difícil. Si se acepta lo que hemos dicho antes, de la transformación gradual del enlace de sucesión causal en enlace de implicación causal (no siendo el efecto más que la evolución necesaria de la causa) consideramos como preferible la última opinión.

La historia de la ciencia nos mostraría así una adaptación gradual de nuestra organización representativa á los objetos del conocimiento y como una penetración creciente del objeto por nuestro pensamiento en la aplicación del método experimental. Con ella tenemos los medios de formarnos poco á poco una representación exacta de las cosas, de adoptar una intuición más precisa de ellas, en la región que es accesible á nuestra in-

vestigación, á nuestra experiencia. Sólo que esta región está, evidentemente, restringida, así en extensión como en duración y profundidad, por el alcance y la duración de los medios de conocimiento de que puede servirse la especie humana.

En resumen: el método experimental, *como método*, tiene un valor absoluto, porque lleva en sí mismo la corrección posible de todos sus errores y porque se cauciona, en cierto modo, por sí mismo, por la continuidad de su aplicación. Pero este valor pertenece al *método* considerado en su *continuidad*, y no á todos los resultados que puede conducir á enunciar en un momento determinado.

IX. EJEMPLO GENERAL.

Para presentar de un modo más concreto y más vivo la mayor parte de las notas teóricas que preceden y para sorprender, en cierto modo, en vivo también, aunque de un modo sumario, el trabajo y el modo de proceder del pensamiento científico en este razonamiento experimental, que es, en suma, el gran método científico moderno, vamos á resumir la historia del estudio de un fenómeno cuyos resultados se encuentran en los tratados de Física más elementales: la refracción de la luz.

Veremos así en acción este método experimental, al cual debemos los maravillosos progresos de nuestro conocimiento y de nuestra industria.

Es sabido que, un rayo de luz que encuentra la superficie de un cuerpo, salvo el caso de reflexión total,

se rompe al llegar á esta superficie, y da nacimiento, si el cuerpo es trasparente, á dos rayos: un rayo reflejado, que no penetra en el cuerpo trasparente, y un rayo refractado, que penetra en este medio desviándose de su dirección primitiva, si no es normal á la superficie.

“Mucho antes de Ptolomeo (70-147 de nuestra Era) se conocían fenómenos en los cuales interviene la refracción. Se sabía que un remo, sumergido en el agua, parece que está roto en el punto en que atraviesa la superficie; se utilizaban lentes para encender fuego; se había observado el poder de aumentar las imágenes que tiene un vaso lleno de líquido; todo el mundo ha oído hablar del monóculo de Nerón.” (De la *Méthode dans les sciences*, 79 y sigs.; parte redactada por Bouasse.)

El fenómeno que se acaba de citar y muchos otros constituían, en cierto modo, las tablas de presencia y de ausencia de las cuales habla Bacon. En ellas se veía, en efecto, que cuantas veces se encontraban en contacto dos medios transparentes, se producía, generalmente (es decir, con las reservas indicadas por nosotros) la desviación de los rayos luminosos en la superficie de separación. Si se suprimía el segundo medio (como era fácil de hacer en el caso de la lente), los rayos luminosos continuaban su marcha rectilínea, sin desviación.

Durante largo tiempo no se hizo más que comprobar el hecho y también servirse de él (desde tiempos de Sócrates se conocía el uso de la lente—ó lo que es lo mismo el uso del globo de vidrio lleno de agua—para encender fuego, concentrando sobre un solo punto todos los rayos que caen sobre su superficie gracias á su desviación convergente).

Pero se ignoraba sus causas. Aristóteles se pregunta también por qué un bastón, sumergido oblicuamente en el agua, parece roto.

La presencia comprobada de dos medios diferentes acabó por hacer que naciera en un espíritu reflexivo la *hipótesis natural* de que la diferencia de los medios era la *causa* de este fenómeno.

Formulada esta hipótesis (acompañada de la hipótesis accesoria de que la desviación debía obedecer á la diferencia de densidad de los medios) era preciso comprobarla experimentalmente. Cleomedes (50 a. d. C.) la emitió formalmente y declaró que un rayo que pasa oblicuamente de un medio á otro debe aproximarse á la perpendicular, si el medio es más denso, y alejarse de ella si el medio es menos denso. También ensayó una primera comprobación grosera y puramente cualitativa con el *método de concordancia*. Si se pone una moneda en el fondo de una copa, colocándola de manera que la moneda no pueda ser vista y se llena de agua la copa sin cambiar su posición ni la del observador, el objeto se hace visible por la interposición del agua como medio transparente; los rayos luminosos son, pues, desviados por este medio. Cuantas veces un rayo pasa de un medio transparente á otro se comprobará la refracción. Se puede hacer la contraprueba; ésta es la aplicación del *método de diferencia*; suprimida el agua, la moneda se hace de nuevo invisible. Aquí tenemos los dos primeros métodos de la experimentación, empleados, según la práctica corriente de estos métodos, como *contraprueba* el uno del otro; el método de concordancia hace aparecer el fenómeno en el momento en que se

produce su causa; el método de diferencia le hace desaparecer cuando la causa es suprimida.

Toda repetición de la experiencia no hará más que servir de contraprueba á las experiencias anteriores.

La causa está determinada cualitativamente. Se trata ahora de elevarse á una ley más precisa que determine, por decirlo así, las cantidades de efecto en relación á las cantidades de causa. Esta fué la obra que comenzó Claudio Ptolomeo (70 ó 77-147 d. d. C.).

Ptolomeo va á tratar de hacer medidas, determinaciones numéricas. Estas determinaciones numéricas tienen una primera ventaja. Muestran que el efecto observado depende de dos condiciones:

1.^a La naturaleza de los dos medios en presencia, ó, más bien, su diferente refringencia; en cada medio, el rayo luminoso tiene una manera determinada de proceder que caracteriza una propiedad bien definida de este medio, su refringencia. Dicho de otro modo, cada medio tiene un poder refringente dado y el rayo se desviará más ó menos, según que la diferencia de los poderes refringentes de los dos medios en cuestión sea mayor ó menor.

2.^a La oblicuidad del rayo sobre la superficie de separación que encuentra: el ángulo de incidencia con la normal á esta superficie.

Se comprende que estas dos determinaciones no pueden hacerse más que por el método de las *variaciones concomitantes*, que muestra inmediatamente su *importancia incomparablemente mayor que la de los otros métodos* para alcanzar un conocimiento preciso del fe-



fenómeno, para elevarse á su *ley*. Además, se ve que, este conocimiento más preciso, no puede ser alcanzado más que por *medidas, determinaciones cuantitativas* tan exactas como sea posible, *resultado natural, en cierto modo, del empleo del método de las variaciones concomitantes*. Vemos, pues, paso á paso, la justificación por los hechos de las notas teóricas que hemos señalado. En fin, para anticiparnos un poco á los resultados, el descubrimiento de relaciones numéricas permite ver que, el efecto observado, ya no es producido por una causa simple, sino por la interferencia de dos causas principales: la refringencia comparada de los medios y la oblicuidad del rayo incidente, el valor del ángulo de incidencia. Habíamos notado también entre las ventajas más comunes de las determinaciones cuantitativas la posibilidad de descubrimientos de este género.

Volvamos ahora á nuestras determinaciones cuantitativas. Para conseguir una mayor simplicidad en nuestra exposición nos limitaremos al estudio de una de las condiciones del fenómeno: el valor del ángulo de incidencia; y no nos ocuparemos más que de las investigaciones que se han referido á la determinación de su efecto, es decir, del ángulo de refracción y de la ley que enlaza este valor al otro. Esta investigación es la propia de Ptolomeo.

“Procedía exactamente como aconsejan hoy los tratados elementales prácticos. Los instrumentos eran bastante rudimentarios; no medía los ángulos más que con una exactitud aproximadamente de medio grado. He aquí la tabla que se encuentra en su *Optica*. Añado á ella dos columnas que encierran, por una parte, las re-

laciones de los ángulos de incidencia i y de refracción r , por otra parte, la relación de sus senos.

Ángulos i	PASO DEL AIRE AL AGUA			PASO DEL AIRE AL VIDRIO		
	Ángulos r	$i : r$	sen. $i : \text{sen. } r$	Ángulos r	$i : r$	sen. $i : \text{sen. } r$
0°	0°	»	»	0°	»	»
10	8	1,25	1,25	7	1,43	1,43
20	15 1 2	1,20	1,28	13 1 2	1,48	1,46
30	22 1 2	1,33	1,31	20 1 2	1,45	1,43
40	28	1,43	1,37	25	1,60	1,52
50	35	1,43	1,34	30	1,67	1,53
60	40 1 2	1,48	1,33	34 1 2	1,74	1,53
70	45	1,55	1,33	38 1 2	1,82	1,51
80	50	1,60	1,29	42	1,90	1,47
		Media	1,31		Media	1,48

"Las dos primeras columnas del cuadro resumen la experiencia...

"Es preciso representar el cuadro de números obtenidos por una *función matemática*; entre las formas abstractas estudiadas por los geómetras hay que buscar la que conviene más. Estas formas son hoy conocidas en gran número, puesto que se ha como definido sus propiedades según una sorites, por naturaleza indefinida, que prácticamente puede llenar volúmenes enteros. Se ha calculado sus valores numéricos en tablas, á veces enormes...

"La *forma* que parece expresar más naturalmente la proporcionalidad entre el ángulo de incidencia i y el ángulo de refracción r , es:

$$i = n r.$$

"Esta fórmula tiene el mérito de presentar la ley de reflexión como un caso particular de la ley de refracción; basta escribir que la constante n , á la cual daremos el nombre de índice de refracción, es igual á la unidad, más correctamente á -1 , expresando por el signo $-$ que, en el caso de la reflexión, la luz continúa su camino, no en la prolongación del rayo incidente, sino en la dirección simétrica de esta prolongación en relación á la superficie reflectora.

"Ensayemos esta fórmula simple; efectuemos los cocientes $i : r$ (inscritos en la tercera y sexta columnas del cuadro) y *no obtendremos números constantes*. Ya se trate del paso del aire al agua ó del paso del aire al vidrio, el cociente $i : r$ crece sistemáticamente cuando el ángulo i crece de 0 á 90°. Sin embargo, y esta es una nota importante, la inconstancia del cociente $i : r$ no es grande más que para ángulos notables.

"Del crecimiento *sistemático* del cociente $i : r$ resulta que las diferencias entre los números experimentales y los números calculados para la fórmula no son debidas á la incorrección de las experiencias. Esta incorrección se traduce por las variaciones *no sistemáticas* del cociente; por ejemplo, comienza por decrecer y, desde luego, no crece regularmente.

"Sea de esto lo que quiera, llegamos á esta conclusión: que la fórmula simple $i = n r$ puede servir para ángulos pequeños; pero que es insuficiente para representar la experiencia con ángulos notables." (Idem). No es más que una ley aproximada. Por lo demás, esta ley aproximada dista mucho de ser despreciable. Casi ella sola sirve para el *estudio* y la *fabricación* de los

instrumentos de óptica (en los cuales los ángulos son inferiores á 10°). Con esto comprobamos lo que hemos dicho acerca del valor teórico y, sobre todo, práctico de las leyes aproximadas.

"Ptolomeo buscó la ley verdadera, pero no la encontró. Tampoco la encontraron ni su comentador Alhazen (1050) ni Vitellon (1250), que rehizo sus experiencias. Al fin, Snellius (1620) la descubrió. Y, á pesar de estas dificultades, nada parece más fácil que haberla descubierto. Ptolomeo poseía, no solamente tablas de las *cuerdas*, sino también tablas de los *senos* (el seno de un arco es la mitad de la cuerda del arco doble). Sabía que los senos de los ángulos pequeños son proporcionales á los ángulos, y que, por consiguiente, la fórmula

$$\text{sen. } i = n \text{ sen. } r$$

reproduce la fórmula $i = n r$ cuando los ángulos son pequeños. Habitado á manejar las líneas trazadas en un círculo (lo que nosotros llamamos las *funciones circulares*), parece que su atención debía dirigirse naturalmente hacia ellas. La historia no se ha realizado, sin embargo, como pudieran hacer creer estas reflexiones Ptolomeo, Keplero, mil quinientos años más tarde, que necesitaron de esta ley para el estudio de las refracciones atmosféricas, no supieron descubrirla. Sin embargo, era muy fácil: una especie de huevo de Colón." (Idem.)

Tomemos la relación del seno de los ángulos y, entonces, comprobaremos variaciones del resultado no sistemáticas y siempre bastante pequeñas. Son, pues, debidas á la incorrección de las experiencias. La constancia

media notable de nuestra nueva fórmula nos muestra que hemos descubierto la expresión matemática de la relación que buscamos.

Insistamos en las ventajas de poseer la fórmula verdadera en lugar del cuadro de los números que resume.

Esta sustitución permite dos operaciones importantes: la *interpolación* y la *extrapolación*.

La función que hemos sustituido á los números proporciona valores del ángulo de refracción, no solamente para los ángulos de incidencia sobre los cuales hemos operado, sino también para todos los ángulos intermedios. ¿Queremos, por ejemplo, saber cuál es el ángulo de refracción en el agua de un rayo cuyo ángulo de incidencia es de 15° ? El índice de refracción del agua, n , es igual á 1,31. De donde resulta:

$$\text{Sen. } 15^\circ = 1,31 \text{ sen. } r$$

luego

$$\text{sen } r = \frac{\text{sen. } 15^\circ}{1,31}$$

Y una tabla de senos nos permite encontrar inmediatamente que $r = 11^\circ \frac{1}{2}$, sin tener necesidad de recurrir á experiencia alguna.

“Decir que el valor así encontrado sería el mismo valor que se encontraría directamente se llama *interpolación*.

El cuadro de Ptolomeo no dice nada sobre lo que pasa cuando se trata de ángulos próximos á 90° , para los cuales la experiencia se hace, en efecto, difícil. Pero la fórmula suple á la experiencia. Nos enseña que, para $i = 90^\circ$ (sen. $i = A$) el ángulo de refracción es $49^\circ \frac{3}{4}$. Decir que el valor calculado de esta manera sería el valor que se encontrase si la experiencia fuese posible, se llama *extrapolación*.” (Id., p. 79-59.)

Comprobación de la ley por la deducción de un caso particular.—Una experiencia crucial.—Así, toda esta parte de la Dióptrica, como se decía entonces, es decir, todo lo que concierne á la refracción, está regida por una ley general que reviste una forma matemática precisa. En este trabajo, que, desde una relación cualitativa grosera y vaga nos ha permitido elevarnos á esta ley matemática, hemos podido apreciar los dos métodos que habíamos analizado: la representación gráfica bajo forma de cuadro de los valores numéricos dados por la aplicación del método de las variaciones concomitantes y, después, para proceder más de prisa, el ensayo hipotético de las dos fórmulas matemáticas clásicas para expresar relaciones simples, de cuyas fórmulas, la segunda era la buena. Ahora vamos á ver cómo esta fórmula matemática, calculando desde ella, deductivamente, un resultado para condiciones dadas, nos va á permitir comprobar nuestra ley de un modo decisivo, instituir una experiencia crucial respecto á ella.

“Volvamos á adoptar la ley aproximada de la refracción: $i = n r$, y la ley exacta: $\text{sen. } i = n \text{ sen. } r$, y busquemos si las consecuencias de estas leyes son conformes á la experiencia.

“Primeramente encontramos un fenómeno curioso conocido bajo el nombre de reflexión total: un rayo propagado en el agua de índice n y que cae sobre la superficie de separación agua-aire bajo un índice r bastante grande, es reflejado en totalidad, mientras que, si cae sobre una incidencia más pequeña de cierto límite, es reflejado parcialmente y parcialmente refractado.

“El fenómeno se explica en las dos hipótesis. En

efecto: por naturaleza, en la refracción de un rayo propagado en el aire y refractado en el agua, el ángulo i en el aire no puede variar sino entre 0 y 90° . Según la fórmula $i = n r$, el ángulo r no puede variar más que entre 0 y $(90 : n)$ grados. Si admitimos que las direcciones de propagación no son modificadas por el cambio de sentido de la luz (principio de la vuelta de los rayos), concluimos que, á un rayo incidente en el agua, el cual hace con la normal un ángulo superior á $(90 : n)$ grados, no corresponde rayo alguno refractado en el aire: entonces hay, pues, reflexión total. Por consiguiente, esta experiencia no es *crucial*.

"Otra experiencia. Se encuentra que, un rayo que atraviesa un prisma, sufre una desviación que es mínima para cierto azimut del prisma. Sea A el ángulo del prisma; es fácil ver que la ley $i = n r$ conduce á una desviación $D = (n - 1) A$, independientemente de la incidencia y, por consiguiente, del azimut del prisma. Correlativamente, una experiencia cuantitativa es inútil para eliminar esta ley: la observación más grosera prueba la existencia de un *mínimum* y no podemos, ciertamente, concluir *ipso facto* la corrección de la ley $\text{sen. } i = n \text{ sen. } r$, que la explica, pero podemos rechazar la ley $i = n r$, como seguramente insuficiente.

"Esta experiencia es, pues, *crucial* contra el postulado aproximado; aumenta la probabilidad del segundo postulado sin duda más correcto, puesto que se confunde con el primero para los pequeños ángulos; explica, tan bien como él, la reflexión total; da un valor admisible para la incidencia rasante y contiene los fenómenos de *mínimum* de desviación en los prismas.

"Tercera experiencia en favor de la relación constante de los senos.

"Descartes, en posesión de esta ley, descubre la teoría completa del arco iris. Los rayos casi paralelos emitidos por el sol caen sobre la gota esférica de la lluvia formando con la normal á la superficie un ángulo i , función de la distancia de su prolongación al centro de la gota. Se reflejan en el interior, se refractan por segunda vez y emergen inclinados sobre su dirección primitiva en un ángulo $4r - 2i$.

"...Entre todos los rayos emergentes ¿por qué solamente algunos excitan una sensación de luz en el ojo del espectador? Descartes responde que los rayos no están bastante unidos más que para el minimum de desviación. Conociendo el índice del agua en relación al aire, calcula éste minimum y encuentra $41^{\circ} 30$ para el ángulo bajo el cual debemos apereibir el primer arco iris, lo cual es conforme á la observación.

"Va más lejos y explica, por el mismo procedimiento, la existencia del segundo arco iris; encuentra 52° para el ángulo bajo el cual nos aparece. El éxito de una teoría ya tan compleja es una prueba excelente de la exactitud del postulado." (Id., p. 86 y sigs.)

Este descubrimiento constituye una comprobación casi *crucial* (porque aquí los fenómenos son ya muy complejos) de la exactitud de la ley.

La intervención de las grandes hipótesis y de las teorías científicas.—Se trata ahora de ligar esta ley á muchas otras en una teoría física. Es preciso subordinarla á un *principio*. Descartes emite la hipótesis de que, el movimiento de la luz, se hace más fácil y más veloz-

mente en los medios densos que en los menos densos; de aquí la tendencia del rayo luminoso á aproximarse á lo normal. Esta hipótesis no conduce á gran cosa porque, desde luego, se comprueba, más bien, en todas partes lo contrario. Había sido establecida por Descartes á continuación de las especulaciones hipotéticas sobre la naturaleza de la luz, que dependían, á su vez, de su teoría de la materia y de su teoría del pleno. Con este hecho se comprende el estrecho enlace *de las grandes hipótesis con la invención y la investigación de los principios*. Se ve también las precauciones que es preciso tomar en este uso de la hipótesis y los errores á los cuales conduce. Descartes, como tantos otros sabios, como Newton más tarde con la hipótesis de la emisión que, desde luego, se enlazaba á la filosofía corpuscular de Descartes, se deja extraviar muy lejos de los hechos y de la experiencia. Pero, en este error, todo no es inútil para la ciencia; de otro modo: todo no es falso. Le ha ayudado, primero, á descubrir las leyes de la refracción; después, le proporciona una idea feliz: la de ligar las particularidades del fenómeno de la refracción á las particularidades de los medios atravesados por los rayos luminosos y á su viveza de propagación en estos medios (1). Una vez que la atención de los sabios se ha dirigido, no al estudio de la luz misma, ni al de la superficie de separación de los medios, sino á la naturaleza de los medios de propagación, Huygens, y sobre todo Fresnel y Young, Maxwell y Hertz, han sido con-

(1) Es sabido que, el índice de refracción, es igual á la relación de estas velocidades.—(N. del A.)

ducidos á considerar la luz como una perturbación periódica de los medios en los cuales se propaga.

En la teoría ondulatoria de Fresnel, la luz es considerada como un movimiento vibratorio periódico transversal del éter que se supone que baña é impregna todos los elementos del universo y, así, las leyes de la óptica son enlazadas á los principios fundamentales de la mecánica racional gracias á la *hipótesis mecanista* (nuevos ejemplos, esta vez felices, del uso de las grandes hipótesis).

Pero no se detiene aquí este proceso. Maxwell y Hertz (*siempre guiados por la hipótesis mecanista*), refieren la electricidad á un movimiento periódico de los medios dieléctricos y, en particular, del medio dieléctrico universal constituido por el éter del vacío.

Una analogía de las fórmulas matemáticas construídas para envolver las leyes de la electrodinámica en las fórmulas de la Dinámica de Lagrange, al conducir á dar aproximadamente el mismo valor á la velocidad de propagación de la corriente eléctrica y á la de la luz, condujo también á asimilar la luz á una perturbación periódica del campo electromagnético y enlazó el cuadrado del índice de refracción (para un valor límite) á la constante dieléctrica.

Este ejemplo nos muestra muy bien, sea dicho de pasada, la manera cómo *la analogía de las formas matemáticas* puede ponernos en camino del descubrimiento en las ciencias experimentales.

Así se seguía avanzando hacia la nueva hipótesis general que, identificando la electricidad y la materia, permite sobrepasar el antiguo mecanismo tradicional y liga

en una síntesis, la más amplia de todas las que se han intentado hasta aquí, la mayor parte de las leyes físicas, mecánicas y químicas. Por otra parte, siguiendo el mismo camino, la luz se convierte en una forma de la energía y todas sus leyes entran en los cuadros proporcionados por los principios de la energía.

Aquí se ve cómo la Física trata de establecer principios generales á los cuales pueden enlazarse, por vía de deducción matemática, todas las leyes particulares, y el papel que, para muchos de los físicos más importantes, representa, en esta reducción teórica, la construcción de las grandes hipótesis. Pero es igualmente fácil apercibirse del punto hasta el cual estas hipótesis necesitan ser reformadas á medida que se va realizando el progreso de nuestras ciencias. Esto no quiere, quizá, decir, como dicen algunos físicos contemporáneos, que estas hipótesis no tienen más que una existencia efímera y vana y que es preciso proscribirlas. Si la verdad parece conquistarse lentamente por la eliminación de lo que hay de caduco y de erróneo en la hipótesis, si el verdadero sabio no confunde nunca la hipótesis y la certeza, se puede decir, como el sabio alemán Nernst y la mayor parte de los físicos: "En vez de caer en el curso de los siglos las teorías físicas como las hojas amarillas, parece más bien que, entre algunos límites, les es concedida una vida eterna; toda ley nueva, que ha sido aceptada por contemporáneos eminentes podrá, sin duda, sufrir ciertas limitaciones en su desarrollo futuro, pero no dejará de ser por eso, en todos los tiempos, la síntesis de una cierta suma de verdades... Así, no se puede decir que, la teoría electromagnética de la luz, la

antigua óptica teórica establecida por Fresnel y sus sucesores hayan perdido su importancia; por el contrario, después, como antes, la antigua teoría nos ha dado cuenta, de modo perfecto, de una multitud de fenómenos. Sólo en ciertos casos no es suficiente." Y Nernst concluye: "La introducción de las hipótesis es absolutamente necesaria para un conocimiento de la naturaleza bastante profundo para conducirnos al descubrimiento de nuevas leyes." (*Revue scientifique*, 1910, t. II, páginas 514-515). En suma, la ciencia no tiende solamente á dar una fórmula matemática, sino también á penetrar cada vez más en la realidad, y la hipótesis es el instrumento de esta penetración.

Conclusión: Espíritu de observación y de penetración.—El método experimental vuelve siempre á la observación de los hechos, sea para buscar una ley, sea para comprobarla. La práctica necesita, pues, y desarrolla las *cualidades del observador*. Estas son: el *hábito* mismo de *observar* (que *afina* los sentidos, enseña á desconfiar de sus errores y á servirse de los instrumentos auxiliares); la *curiosidad* (detenerse en los detalles, en los hechos de los cuales el vulgo no sabe *admirarse* ó que no nota); la *atención* (para no dejar que escape nada); la *paciencia* (algunas veces se necesitan años para descubrir el detalle importante que ha de dar la clave de la solución que se busca); la *imparcialidad* y el *desinterés* (ni prejuicios ni rutina ni tendencia á buscar lo paradójico y original); la *exactitud* (no omitir ni añadir nada); la *precisión* (*medir* minuciosamente, evitar las confusiones); la *sagacidad* y la *penetración* (saber descubrir lo importante); el *método*, la

erudición (conocer todo lo que concierne al estudio que se persigue, en particular los trabajos ajenos); el *espíritu crítico*. El espíritu de observación es el espíritu de penetración: discierne la multiplicidad de matices, trata de seguir, con *flexibilidad*, las complicaciones de la realidad. Así, en la educación general, es, con la imaginación (creadora de hipótesis), el complemento y el correctivo del espíritu geométrico, cuyo vigor corre el riesgo de hacerse estrecho, simplista, demasiado sistemático y abstracto.

CAPITULO IX

Historia sumaria de los métodos en las ciencias psicológicas, históricas y sociales.

- I. *Definiciones.*—II. *Desarrollo de las ciencias psicológicas:* A). *Estado general de las ciencias psicológicas y sociales hasta fines del siglo XIX.* B). *La Psicología metafísica.* C). *La Psicología, ciencia de observación.* D). *La Psicología, ciencia positiva y experimental.*—III. *Desarrollo de las ciencias históricas y sociales:* A). *Período ideológico.* B). *Los comienzos del método positivo.* C). *Período positivo propiamente dicho.* D). *Las concepciones actuales de las ciencias históricas y sociales: historicismo y sociologismo.*

I. DEFINICIONES

Una vez conocidas las propiedades de la naturaleza inorgánica ú orgánica, quedan por conocer, en la naturaleza, propiedades que tienen un carácter específico bien claro, porque hacen intervenir la actividad *consciente*.

La vida consciente, considerada en sí misma, en sus condiciones y sus manifestaciones generales, es el objeto de la Psicología.

Pero la mayor parte de los seres conscientes viven en sociedad. La vida social aparece con propiedades nuevas diferentes de las propiedades de la conciencia, considerada abstractamente en todo individuo cualquie-

ra que sea. Estas propiedades características de la vida social constituyen el objeto de las ciencias históricas y sociales.

Las ciencias históricas se limitan á reconstituir, de una manera exacta, los hechos de la vida social.

Las ciencias sociales, cuyo conjunto forma la Sociología, buscan las leyes generales, á las cuales obedecen los hechos de la vida social.

En resumen: la Psicología es la ciencia de las *transformaciones de la actividad consciente*. La Sociología (que comprende las ciencias históricas y sociales, de las cuales las primeras no hacen más que establecer su naturaleza) tiene por objeto las transformaciones de la vida social ó las *transformaciones de las instituciones*, ya que las manifestaciones de la vida social se llaman también instituciones. (Comp. para mayor precisión, capítulo IX, § III, D.)

II. DESARROLLO DE LAS CIENCIAS PSICOLÓGICAS.

A) *Estado general de las ciencias psicológicas y sociales hasta fines del siglo XIX.*—Las ciencias que se ocupan de los hechos que admiten como factor la conciencia se han llamado, durante largo tiempo, ciencias morales y políticas. Este nombre indica bastante bien cuál era su estado: mezclaban constantemente el punto de vista técnico y el punto de vista científico. En lugar de buscar, de un modo desinteresado, como toda ciencia, las leyes á las cuales obedecen los hechos que examinan, trataban, sobre todo, de actuar sobre estos hechos. La Psicología estaba llena de consideraciones mo-

rales. En cuanto á las ciencias sociales, buscaban el medio mejor de adquirir y de repartir las riquezas (Economía) ó la forma mejor de gobierno (Política), etc. Así, Aristóteles, en su clasificación, las designaba bajo el nombre de ciencias prácticas. En suma, estas ciencias parece que han permanecido, casi hasta nuestros días, en el mismo estado en que hemos visto que se encontraban las ciencias de la naturaleza antes de la cultura griega, estado, en el cual, el arte y la ciencia están íntimamente mezclados.

Cuando, por azar, espíritus más sagaces, separaban el punto de vista técnico y el punto de vista científico, era para tratar de un modo absolutamente metafísico el asunto que estudiaban.

B). *La psicología metafísica: 1.º, hasta el siglo XVIII.*—La Psicología ha sido la primera de las ciencias morales y políticas que se ha constituido como ciencia independiente del arte. Aristóteles examina ya los hechos del espíritu desde un punto de vista puramente teórico, con exclusión de toda utilidad práctica. Pero, bien entendido, sigue un método completamente dialéctico y metafísico, y este método domina en Psicología hasta fines del siglo XIX. La Psicología es, así, definida como la *ciencia del alma*, es decir, de una realidad metafísica. Tratará de expresar la esencia de esta realidad y no las relaciones de los hechos de conciencia, que son considerados como sus modalidades.

La filosofía moderna admitía aún, hasta hace poco, que el fundador de la Psicología era Sócrates que, por su célebre "conócete á ti mismo", había instituido el método reflexivo, que es la primera forma del método.

dialéctico, del método filosófico. Se consideraba también que, Descartes, había hecho de la Psicología la piedra angular de la Metafísica, estableciendo como verdad primera el "Cogito, ergo sum" (Pienso, luego existo). Y todo el análisis dialéctico de las consecuencias que sacó de esta intuición, era considerado como el fundamento de la Psicología. Se había olvidado que, Descartes, al lado de esta Metafísica, había inaugurado un método psicológico completamente distinto en el tratado de las *Pasiones*: el método que consiste en experimentar sobre los hechos de conciencia sirviéndose de las relaciones que mantienen con los fenómenos orgánicos, método del cual, Malebranche, discípulo de Descartes, hizo aplicaciones notables en la *Investigación de la verdad*.

2.º *La Psicología metafísica á partir del siglo XVIII*.—A partir del siglo XVIII se puede notar dos direcciones generales en la evolución de las ciencias psicológicas: los unos, arrastrados por el método seguido en las ciencias de la naturaleza, ensayan aplicar á la Psicología un método inductivo, fundado sobre la observación de los hechos de conciencia; de ellos volveremos á ocuparnos inmediatamente. Los otros, continúan la tradición metafísica y son mucho más numerosos; representan, en cierto modo, la tradición oficial: "Los esfuerzos que se hace por acomodarla al espíritu moderno, por cambiar su verdadera naturaleza, no son suficientes para dar realidad á esta ilusión. Sus caracteres esenciales siguen siendo los mismos. En pocas palabras puede demostrarse esto." En primer lugar, sigue estando penetrada por el espíritu metafísico; si-

gue siendo la ciencia del alma; "la observación interior, el análisis y el razonamiento son sus procedimientos favoritos de investigación. Desconfía de las ciencias biológicas, no acude á ellas, sino á pesar suyo, por necesidad y como avergonzada de tales recursos". (Ribot, prefacio de la *Psicología alemana contemporánea*, pág. III). El gusto por la observación interior y el espíritu penetrante, la reflexión y el razonamiento, he ahí lo que constituye todo el método de esta Psicología. Pero el espíritu penetrante es "un instrumento demasiado débil para ahondar en la trama espesa, compacta, de los hechos de conciencia". Durante estos dos primeros siglos ha dado cuanto podía dar; se le deben buenas descripciones, excelentes análisis; pero su campo está agotado. No puede hacer otra cosa que encontrar detalles, matices, refinamientos, sutilezas. Aún en este grado, en el cual toca á la profundidad, no hará sino descender, cada vez más, á los matices más delicados ó más ocultos. No sorprende lo general, ni lo *explica*. En estas condiciones, el psicólogo se convierte en un novelista ó un poeta de un género especial, que busca lo abstracto en vez de lo concreto, que disecciona en vez de crear, y la Psicología se convierte en una forma de crítica literaria muy profunda, muy bien razonada; pero nada más. Le está vedado el estudio de los fenómenos psíquicos en su totalidad, desde la forma animal más baja hasta la forma humana más elevada. Es incapaz de enlazar estas manifestaciones á las leyes de la vida; no tiene ni amplitud ni solidez.

Lo que sorprende, en efecto, en la antigua Psicología es su extrema simplicidad; es simple en su objeto,

simple en sus medios. Presenta un carácter mezquino y, para usar la palabra propia, infantil. Está falta de aire y de horizonte. Las cuestiones son planteadas en ella bajo una forma seca y exigua, tratadas con un método verbal que recuerda la Escolástica. Todo consiste en deducciones, en argumentaciones, en objeciones y en respuestas. En este refinamiento, siempre creciente, de sutilezas, se acaba por no operar más que sobre signos; toda realidad ha desaparecido. En este espíritu solitario que se tritura y atormenta obstinadamente para deducirlo todo de sí mismo, que se estudia con los ojos cerrados, sin dejar que penetre del exterior más que lo preciso para no morir de inanición, se forma una atmósfera rarificada, llena de visiones apenas coercibles, pero donde nada vivo puede subsistir.

Si tratásemos de cada una de las cuestiones individualmente, podríamos mostrar cómo, las preocupaciones metafísicas, el abuso del método subjetivo y del razonamiento en todo caso, paralizan los espíritus mejor dispuestos. El estado de conciencia aislado de lo que le precede, le acompaña y le sigue, de sus condiciones automáticas, fisiológicas y de otras clases, no es más que una abstracción; y, cuando se le ha clasificado en un grupo, cuando se le ha referido á una facultad hipotética que se atribuye también á una sustancia hipotética, ¿qué se ha descubierto, qué se ha aprendido? Si, por el contrario, el estado de conciencia es estudiado como parte de un grupo natural, cuyos elementos se suponen recíprocamente, de los cuales cada uno debe ser estudiado aparte y en su relación con los otros, entonces se permanece dentro de la realidad, sin satisfacerse con

la fórmula predilecta de los antiguos psicólogos que limita demasiado el campo de esta ciencia; se toman los datos para construirla dondequiera que se encuentren y no se sustituye la ciencia propiamente tal por la nomenclatura de fantasmas inventados.

Exceso de razonamientos: esa es la impresión que la antigua Psicología deja á los partidarios de la nueva. El razonamiento es la confianza del espíritu en sí mismo y la fe en la simplicidad de las cosas. La nueva Psicología sostiene que el espíritu debe desconfiar de sí mismo y creer en la complejidad de las cosas. Aun en el orden, mucho menos complejo, de las ciencias biológicas, reciben á cada paso mentís nuestras inducciones y nuestras deducciones. Lo que *debe ser* no es; lo que se infiere no es comprobado; donde la Lógica dice que sí, la experiencia dice que no.

“Los representantes de la antigua Psicología —que son aún numerosos, aunque en diversos grados—, ¿ven clara su situación en medio de las ciencias contemporáneas? El físico y el químico no se creen en una posición firme más que en su laboratorio; el biólogo provee diariamente su arsenal de nuevos instrumentos, se procura nuevas armas, multiplica sus métodos de medida y sus instrumentos, tiende á sustituir la apreciación subjetiva, siempre débil y vacilante, por los medios pasivos y mecánicos de registrar los fenómenos. Por el contrario, el psicólogo, frente á hechos de una complejidad extremada, incapaz de volver á comenzar la obra de sus antecesores y rehacer lo que estaba bien hecho, queda reducido á la obra de “interrogarse á sí mismo”, sin informaciones, sin experiencias, sin ins-

trumentos, sin medios de acción. Si su obra es una ciencia hay que confesar que no se asemeja en nada á lo que lleva ese nombre." (Ribot, Prefacio de la *Psicología alemana contemporánea*, pág. III.)

Este método, so color de explicar los hechos psicológicos y de *llegar directamente á su esencia*, no podía conducir, evidentemente, más que á duplicar los hechos que ofrecía la conciencia con fuerzas que recordaban completamente las cualidades ocultas de la antigua Física, sustituyendo un estudio real por un estudio verbal. La ciencia moderna no estudia más que las variaciones de los hechos, sus relaciones, reduciendo, desde luego, progresivamente, la multiplicidad de los hechos inmediatos á algunos datos elementales y generales. La antigua Psicología, como toda ciencia en el período metafísico, olvidaba el estudio de las variaciones particulares y de las relaciones, para buscar la naturaleza de los hechos entre los cuales se observa estas variaciones y estas relaciones.

La teoría ecléctica de las facultades del alma (Cousin, Garnier, Jouffroy, etc.), que ha dominado durante tanto tiempo en la enseñanza oficial en Francia, nos permite un ejemplo notable del procedimiento empleado por la antigua Psicología.

"Samuel Bailey ha hecho una crítica viva y, algunas veces, ingeniosa, de la fraseología inexacta que es inherente al método de las facultades y las erige en entidades distintas del hombre mismo.

"Se ha imaginado—dice—que las facultades obran como agentes independientes que dan nacimiento á ideas y se las transmiten, como en un tráfico recíproco. En

esta especie de fraseología, el espíritu aparece, con frecuencia, como una especie de campo en el cual la percepción, la memoria, la imaginación, la razón, la voluntad, la conciencia, las pasiones, realizan sus operaciones, como otras tantas potencias que están aliadas entre sí ó que son hostiles. Algunas veces, una de estas facultades obtiene la supremacía y las otras quedan subordinadas; la una usurpa la autoridad y la otra cede, la una expone y las otras escuchan; la una engaña y la otra es engañada. Sin embargo, el espíritu, ó, más bien, el ser inteligente mismo, se pierde completamente de vista en medio de estas transacciones en las cuales parece que no toma parte alguna. Otras veces, se nos muestra estas facultades como si tratasen con su propietaria y dueña, como si le prestasen su ministerio, obrasen bajo su inspección y dirección y la proporcionasen la evidencia, la instruyesen, la iluminasen con sus revelaciones, como si el espíritu mismo fuese cosa separada y aparte de las facultades que se dice que posee, manda y escucha."

"Así —dice Mr. Bailey—, el ser inteligente, como un monarca constitucional, gobierna regularmente por medio de sus ministros: el entendimiento sería el Ministro de Estado ó de Gobernación, la facultad de juzgar sería el Ministro de Gracia y Justicia, y la razón, el Presidente del Consejo."

¿Es posible evitar siempre estas expresiones? Ciertamente no, y, continúa M. Bailey, "no tengo que presentar más objeciones al término "facultad", en su uso ordinario, que las que presento al hábito que tiene un amigo mío de medir las distancias, con una exacti-

tud suficiente, por el número de los pasos que da. Pero la investigación metódica de los hechos de conciencia exige tanta exactitud y precisión como cualquier investigación de Física ó de Matemáticas, y el método de las facultades se le parece aproximadamente como el cálculo de mi amigo se parece á un plano trigonométrico trazado con cuidado."

Abandonar los términos *razón, memoria, voluntad*, etcétera, no sería más razonable que abandonar las palabras *poco, mucho, algunos*. Pero ¿qué se pensaría de un estadístico que, en lugar de decirnos que, en cierto país, cada matrimonio da, por término medio, cuatro hijos, y que las tres quintas partes de la población sabe leer y escribir, se limitase á revelarnos que los matrimonios producen *algunos* niños y que las gentes que leen son *muchas*? Lo que importa es la determinación cuantitativa.

La crítica de las "operaciones imaginarias", á las cuales se atiene casi por completo Mr. Cousin, conduce al autor citado á concluir: "Que el predominio de estos hechos imaginarios en los escritos metafísicos (psicológicos), muestra que, en Filosofía mental, se encuentra la humanidad en el mismo período en el cual, en Física, se hablaba de la trasmutación de los metales, del elixir de vida, de la influencia de las estrellas, del horror de la naturaleza al vacío y de otras cosas semejantes." (Ribot, *Psicología inglesa contemporánea*, págs. 29, 30 y 31.)

Como es natural, la explicación por las cualidades ocultas entrañaba fatalmente la explicación por las causas finales, si se puede dar el nombre de explicación á teorías que no explican nada. El abuso de la finalidad

era tanto más tentador cuanto que, las facultades del alma, que implican la conciencia de su dirección, admitían en todas partes, pero sobre todo en la voluntad, una intención directoria, es decir, una causa final.

C). *La Psicología como ciencia de observación.*—“El estudio de los fenómenos de conciencia en sí mismos, independientemente de las ideas generales de las cuales está abarrotado el lenguaje, marca los primeros ensayos de la Psicología nueva, ensayos que se remontan á cerca de dos siglos. A través de muchas indecisiones y tanteos, Locke, y los que han seguido su tradición, caminan hacia el fin, desconfiando de las ideas perfectamente redondeadas que consideran como prejuicios tradicionales... Sin embargo, los primeros representantes de la Psicología nueva conceden demasiada importancia al análisis verbal y al razonamiento. No penetran bastante en los hechos mismos. En Inglaterra, James Mill nos ofrece el mejor ejemplo de ello. El mismo Stuart Mill, aunque es un lógico eminente y está profundamente imbuído de los métodos modernos, aun reconociendo la utilidad de los estudios psicológicos, les concede poca atención.” (Ribot, *Psychologie allemande contemporaine*, Prefacio, pág. xvii.) Desde luego, y en general, hasta el último tercio del siglo xix, los ingleses, que han hecho tanto por libertar la Psicología de la Metafísica, han concedido demasiado á la *descripción* y no han concedido lo bastante á la *explicación*. Aunque han sido buenos observadores, han menospreciado la experiencia. Han considerado la Psicología como historia natural más bien que como ciencia natural de los hechos de conciencia.



D). *La Psicología positiva y experimental*.—En el último tercio del siglo XIX es cuando la Psicología ha sido considerada, de un modo casi unánime, como una ciencia positiva y experimental, gracias, sobre todo, á los trabajos de los alemanes que, con Fechner y Weber y los psicofísicos, comenzaron á instituir experiencias precisas y métricas sobre la intensidad de las sensaciones, los tiempos de reacción y la duración de algunos hechos psicológicos.

Bain, Bailey, Mill, Lewes, Spencer, J. Sully, en Inglaterra; W. James, Wood, Titchener, en América; Lotze, Wundt, Münsterberg, en Alemania; Taine, Ribot, Pierre Janet, Dumas, Binet, en Francia; Lange y Höffding, en Dinamarca, son los principales sabios que han contribuido más á desarrollar los procedimientos de la Psicología científica, ya por experiencias de Psico-física, ya por experiencias fisiológicas, ya, en fin, por experiencias patológicas que han sido, quizá, las que han dado mayores resultados.

III. DESARROLLO DE LAS CIENCIAS HISTÓRICAS Y SOCIALES.

A). *Período ideológico*.—Más que en cualquier otra ciencia, en las históricas y sociales es donde podían permitirse y se han permitido, en efecto, una acción libre el método ideológico (la explicación por ideas arbitrarias) y el recurso á la finalidad.

Los hechos son, en estas ciencias, extremadamente difíciles de percibir y resultan de las causas más diversas y más complejas. Se sabe que es muy raro que los

contemporáneos se hayan dado cuenta de los acontecimientos de los cuales eran testigos, y se sabe también con cuántas dificultades y hasta imposibilidades se tropieza algunas veces para reconstituir un acontecimiento pasado.

Es, pues, natural que se reconstituyese los hechos de un modo grosero y arbitrario, dejándose llevar de la imaginación y de las tendencias personales y aun que se les explicase de un modo más arbitrario, viendo consecuencias lógicas allí donde no había relación alguna real (ejemplo: el *Discurso sobre la Historia universal*, de Bossuet).

Por otra parte, los hechos históricos, las instituciones sociales, llevan manifiestamente impreso el sello de las intenciones humanas. Durante largo tiempo, se las ha considerado como el resultado de las voluntades libres de los hombres. De este modo, no es de admirar que, en tales ciencias, todas las explicaciones hayan sido finalistas. Por esto mismo, el punto de vista técnico debía hallarse íntimamente mezclado con el punto de vista científico. Así, aun hoy, á las ciencias sociales, se les llama con frecuencia ciencias *normativas* ó ciencias del *ideal*, porque, postulando siempre la libertad humana, tratan de deducir, de la consideración de lo que *ha sido y es*, lo que *debe ser* (del hecho, el derecho) cuando no desprecian absolutamente el hecho mismo.

B). *Los comienzos del método positivo*.—En el siglo XVIII se comienza á observar los hechos históricos de un modo objetivo y á considerar que, si el hombre es una voluntad libre, hay, al menos, influencias constantes que limitan esta libertad. Montesquieu habla del

carácter de los pueblos, de las influencias del clima. Cree que, en las instituciones humanas, hay leyes que proceden de la *naturaleza de las cosas*. A fines del siglo XVIII se creía en una razón universal que, en todas las conciencias humanas, se traduce en los mismos principios y dota á los hombres de las mismas aspiraciones y las mismas obligaciones (teoría del derecho natural: declaración de los derechos del *hombre*). Pero, como se ve, estas primeras tentativas de explicación racional son aún demasiado generales. La teoría del derecho natural es completamente metafísica.

No hemos salido aún de la Filosofía de la historia, aunque se comience á entrever el determinismo social: "Comte es el sucesor inmediato de Condorcet y, más bien que haber hecho descubrimientos sociológicos, ha construído una *Filosofía de la historia*. Lo que caracteriza la explicación filosófica es que supone al hombre, á la humanidad en general, predispuesta por su naturaleza á un desarrollo determinado, cuya orientación total se esfuerza por descubrir por medio de una investigación sumaria de los hechos históricos. Por principio y por método se olvida, pues, el detalle para atenerse á las líneas más generales...

"Las explicaciones que encontramos aún hoy en algunas doctrinas sociológicas no difieren mucho de las precedentes, salvo, quizá, en apariencia. So pretexto de que la sociedad no está formada más que por individuos, se va á buscar en la naturaleza individual las causas determinantes por las cuales se trata de explicar los hechos sociales. Por ejemplo, Spencer y Tarde proceden de este modo. Spencer ha consagrado casi todo el pri-

mer volumen de su Sociología al estudio físico, emocional é intelectual del hombre primitivo; por las propiedades de esta naturaleza primitiva explica las instituciones sociales observadas en los pueblos más antiguos y más salvajes, instituciones que se transforman en seguida, en el curso de la historia, según leyes de evolución muy generales. Tarde vió en las leyes de la imitación los principios supremos de la Sociología; los fenómenos sociales son los modos de acción más frecuentemente útiles inventados por algunos individuos é imitados por todos los demás. El mismo procedimiento de explicación lo volveremos á encontrar en algunas ciencias especiales que son, ó deberían ser, sociológicas. Así es como, los economistas clásicos, encontraban, en la naturaleza individual del "homo economicus", los principios de una explicación suficiente de todos los hechos de la Economía; puesto que el hombre busca siempre la mayor ventaja á costa del esfuerzo más pequeño posible, las relaciones económicas deben ser, necesariamente, tales ó cuales. Del mismo modo, las teorías del derecho natural, buscan los caracteres jurídicos y morales de la naturaleza humana, y las instituciones jurídicas son, á sus ojos, tentativas más ó menos felices para satisfacer las exigencias de esta naturaleza; el hombre adquiere poco á poco conciencia de sí, y los derechos positivos son realizaciones aproximadas de los derechos que lleva en sí mismo.

"La insuficiencia de estas soluciones aparece claramente en cuanto se reconoce que hay hechos sociales, realidades sociales." (Mauss y Fauconnet, artículo *Sociologie*, de la *Grande Encyclopédie*.)

C). *Período positivo propiamente dicho*.—Las ciencias históricas y sociales no entran en el período positivo hasta nuestros días. En nuestra época actual es cuando la historia ha constituido su método crítico, que sirve para establecer los hechos cuyas relaciones causales tratan de descubrir los sociólogos, siguiendo únicamente el método inductivo y sus procedimientos de observación y de experimentación.

Este método hace por completo abstracción del punto de vista técnico que no podrá ser tenido en cuenta en las investigaciones especiales más que cuando los hechos y sus leyes necesarias sean conocidos con ayuda del primer método, del mismo modo que, el ingeniero ó el médico, sacan sus conclusiones técnicas de los resultados de las ciencias físico-químicas ó de las ciencias biológicas.

La aplicación de este método postula, pues, un determinismo social que hace, igualmente, abstracción de toda consideración metafísica finalista sobre la libertad humana. Cualesquiera que sean, en efecto, las creencias filosóficas relativas á este problema, es innegable que las instituciones se transforman, lo mismo que las sociedades, según factores de los cuales los individuos no son en modo alguno conscientes, y que parecen independientes del puro arbitrio humano. Los medios, los climas, la herencia, los instintos, muchas otras influencias indeterminadas ó desconocidas intervienen en la vida social, como en la vida psicológica, independientemente de las voluntades individuales. La estadística nos da de ello una prueba indudable. Aun los hechos que parecen constituir la prueba mejor del libre arbitrio humano: el

suicidio, la elección de una carrera, el matrimonio, la organización doméstica, etc..., siguen leyes que la estadística pone en evidencia. Sin insistir sobre el carácter específico de los hechos sociales, ya sea éste su repetición en la conciencia y la actividad de todo un grupo (Tarde), ó su independencia del arbitrio individual, de la *coacción*, como piensa Durkheim, es innegable que hay hechos sociales y una vida social que tienen sus factores especiales y que deben constituir el objeto de una ciencia natural.

D). *Las concepciones usuales de las ciencias históricas y sociales.*—Hoy está todo el mundo de acuerdo en sostener que, por la observación de los hechos, observación sometida á reglas especiales, es como se debe comenzar el estudio de los hechos sociológicos. Estas reglas especiales constituyen el método histórico, ó la crítica histórica.

Las divergencias comienzan cuando, más allá de la descripción de los hechos, se trata de buscar su explicación y sus causas.

Unos, más modestos, pretenden que, en el estado actual de nuestros conocimientos, la explicación no puede ser sino *histórica*, es decir, limitarse á enlazar cronológicamente unos hechos á otros siguiendo el desarrollo histórico: éstos son los *meros historiadores*.

Otros, más ambiciosos, piensan que, desde luego, se puede asignar á todo un conjunto de hechos históricos, aparecidos en diversos momentos y en diversos países, causas generales absolutamente semejantes á las leyes de la Física: éstos son los *sociólogos*.

“Obligado por las condiciones mismas de su trabajo

á referirse exclusivamente á una sociedad, y á una época determinadas, familiarizado con el espíritu, el lenguaje, los rasgos característicos particulares de esta sociedad y de esta época, el historiador tiene naturalmente una tendencia á no ver en los hechos más que lo que los distingue unos de otros, lo que les da una fisonomía propia en cada caso aislado, en una palabra, lo que les hace incomparables. Tratando de encontrar la mentalidad de los pueblos, cuya historia estudia, se inclina á acusar de falta de inteligencia, de incompetencia, á los que no han vivido, como él, en la intimidad de estos pueblos. Por consiguiente, es conducido á desconfiar de toda comparación, de toda generalización. Cuando estudia una institución, se fija principalmente en sus caracteres más individuales, en los que debe á las circunstancias particulares, en las cuales se ha constituido ó modificado, y esta institución le parece como inseparable de tales circunstancias. Por ejemplo: la familia patriarcal será una cosa esencialmente romana; el feudalismo, una institución especial de nuestras sociedades medioevales; etc. Desde este punto de vista, las instituciones no pueden ser consideradas más que como combinaciones accidentales y locales. Mientras que los filósofos y los psicólogos nos proponían teorías pretendidas válidas para toda la humanidad, las únicas explicaciones que los historiadores creen posibles no se aplicarían más que á una sociedad determinada, considerada en un momento preciso de su evolución. No se admite que haya causas generales activas dondequiera y cuya investigación pueda ser, en último término, emprendida; el historiador se asigna por tarea encadenar

acontecimientos particulares á acontecimientos particulares. En realidad se supone en los hechos una infinita diversidad, así como una infinita contingencia...”

La explicación propiamente sociológica es distinta por completo... Primero, no se propone solamente la tarea de percibir los aspectos más generales de la vida social. Entre los hechos sociales no cabe hacer distinciones, según que son más ó menos generales. El más general es tan natural como el más particular; el uno y el otro son igualmente explicables. Así, pues, todos los hechos que presentan los caracteres indicados como constitutivos del hecho social, pueden y deben ser objeto de investigación. Hay hechos de estos que el sociólogo no puede, actualmente, integrar en un sistema; no hay ninguno que tenga el derecho de ponerle, *a priori*, aparte de la ciencia y de la explicación. Así entendida, la Sociología, no es una concepción general y lejana de la realidad colectiva, sino que es un análisis tan profundo y tan completo de ella como es posible. Se obliga al estudio del detalle con un cuidado por la exactitud tan grande como el del historiador. No hay hecho, por mínimo que sea, que pueda despreciar como exento de interés científico. Al presente se pueden citar hechos que parecían de bien poca importancia y que, sin embargo, son sintomáticos de estados sociales esenciales que, mediante estos hechos, pueden ser conocidos. Por ejemplo, el orden de las sucesiones está en íntima relación con la constitución misma de la familia, y no solamente no es un hecho accidental que la partición tenga lugar por capas ó por cabezas, sino que, también, estas dos formas de partición corresponden á tipos de familia muy

diferentes. Del mismo modo, el régimen penitenciario de una sociedad es extremadamente interesante para quien quiere estudiar el estado de la opinión concerniente á la pena en esta sociedad.

Por otra parte, mientras que los historiadores describen los hechos sin explicarlos propiamente, el sociólogo aspira á dar de ellos una explicación satisfactoria para la razón. Trata de encontrar entre los hechos, no relaciones de simple sucesión, sino relaciones inteligibles. Quiere mostrar cómo se han producido los hechos sociales, cuáles son las fuerzas de las cuales resultan. Debe, pues, explicar hechos definidos por sus causas determinantes, próximas é inmediatas, capaces de producirlos...

La explicación sociológica procede, pues, de un fenómeno social á otro. No establece relación más que entre fenómenos sociales. Así, nos mostrará cómo las instituciones se engendran unas á otras: por ejemplo, cómo el culto de los antecesores se ha desarrollado sobre el fondo de los ritos funerarios. Otras veces percibirá verdaderas coalecencias de fenómenos sociales; por ejemplo, la noción tan extendida del sacrificio del dios se explicará por una especie de fusión que se ha operado entre ciertos ritos sacrificales y ciertas nociones místicas.

Pero, ¿cómo los hechos sociales se producen así, los unos á los otros? Cuando decimos que las instituciones producen instituciones por vía de desenvolvimiento, de coalecencia, etc., no es que las concibamos como especies de realidades autónomas, capaces de tener, por sí mismas, una eficacia misteriosa de un género espe-

cial. Del mismo modo, cuando enlazamos á la forma de los grupos tal ó cual práctica social, no es que consideremos como posible que la repartición geográfica de los individuos afecte la vida social directamente y sin intermediario. Las instituciones no existen más que en las representaciones que de ellas se hace la sociedad. Toda su fuerza viva les viene de los sentimientos de los cuales son objeto; si son fuertes y respetadas, es que estos sentimientos son vivos; si ceden, es que han perdido toda autoridad ante las conciencias. Del mismo modo, si los cambios de la estructura social obran sobre las instituciones es porque modifican el estado de las ideas y de las tendencias de las cuales son el objeto; por ejemplo, si la formación de la ciudad acentúa vigorosamente el régimen de la familia patriarcal, es que este complejo de ideas y de sentimientos que constituye la vida de la familia cambia necesariamente á medida que la ciudad se condensa. Para emplear el lenguaje usual, se podría decir que, toda la fuerza de los hechos sociales, procede de la opinión. La opinión es la que dicta las reglas morales y la que, directa ó indirectamente, las sanciona. Y aún se puede decir que, todo cambio en las instituciones es, en el fondo, un cambio en la opinión; si el régimen penal se dulcifica progresivamente es porque los sentimientos colectivos de piedad por el criminal entran en lucha con los sentimientos colectivos que reclaman la pena. Todo pasa en la esfera de la opinión pública; pero esto es propiamente lo que nosotros llamamos el sistema de representaciones colectivas. Los hechos sociales son, pues, causas, porque son representaciones ú obran sobre represen-

taciones. El fondo íntimo de la vida social es un conjunto de representaciones.

En este sentido, pues, se podría decir que, la Sociología, es una Psicología. Esta fórmula la aceptaríamos nosotros, pero á condición expresa de añadir que, esta Psicología, es específicamente distinta de la Psicología individual. Las representaciones de las cuales trata la primera son, en efecto, de una naturaleza completamente distinta de aquellas de que trata la segunda. Esto se acaba de ver ya en lo que hemos dicho á propósito del fenómeno social, porque es evidente que, hechos que poseen cualidades tan distintas, no pueden ser de la misma especie y que hay en las conciencias representaciones colectivas que son distintas de las representaciones individuales. Sin duda las sociedades no están formadas más que á la manera como las conciencias individuales pueden obrar y reobrar las unas sobre las otras en el seno de un grupo constituido. Pero estas acciones y estas reacciones ocasionan fenómenos psíquicos de un género nuevo que son capaces de evolucionar por sí mismos, de modificarse mutuamente y cuyo conjunto forma un sistema definido. No solamente están constituidas las representaciones colectivas por otros elementos que las representaciones individuales, sino que, además, en realidad, tienen otro objeto. Lo que expresan, en efecto, es el estado mismo de la sociedad. Mientras que los hechos de conciencia del individuo expresan siempre, de un modo más ó menos lejano, un estado del organismo, las representaciones colectivas expresan siempre, en cierto grado, un estado del grupo social; traducen (ó, para emplear el lenguaje filosófico.

“simbolizan”) su estructura actual, la manera como reobra frente á tal ó cual acontecimiento, el sentimiento que tiene de sí mismo ó de sus intereses propios. La vida psíquica de la sociedad está, pues, constituida por una materia completamente distinta de la del individuo.

Sin embargo, esto no quiere decir que haya entre ellas una solución de continuidad. Sin duda, las conciencias de las cuales la sociedad está formada se combinan en ella bajo formas nuevas, de donde resultan realidades nuevas. No es menos cierto que se puede pasar de los hechos de conciencia individual á las representaciones colectivas por una serie continua de transiciones. Se percibe fácilmente algunos de los intermedios; de lo individual se pasa insensiblemente á la sociedad, por ejemplo, cuando se pone en serie los hechos de imitación epidémica, de movimientos de las multitudes, de alucinación colectiva.” (Mauss et Fauconnet, artículo *Sociologie*, de la *Grande Encyclopédie*.)

CAPITULO X

Los medios indirectos de observación en las ciencias psicológicas y sociales (ó morales). Método psicológico y método histórico.

1. *Método de observación indirecta en Psicología:* A). *Observación interna ó directa; sus dificultades:* 1.º, inestabilidad de los hechos de conciencia; 2.º, imposibilidad del desdoblamiento necesario para la observación de sí mismo; 3.º, desfallecimientos de la memoria; 4.º, falta de generalidad; 5.º, insuficiencia del análisis, y 6.º, omisión de los procesos fisiológicos. B). *La observación indirecta y externa:* a), individual: 1.º, los textos; 2.º, los cuestionarios; b), general: 1.º, sociológica; 2.º, comparada; 3.º, fisiológica y patológica. C). *La experimentación en Psicología.*—II. *La observación indirecta en Sociología. El método histórico:* A). *Reunión de los documentos, Euristicas.* B). *Crítica histórica:* a), generalidades: dos especies de documentos; b), crítica externa, crítica de erudición, el método filológico: 1.º, crítica de restitución; 2.º, crítica de origen: a), análisis interno. β), datos exteriores: 1.º, interpolaciones y continuaciones; 2.º, interna: 1.º, crítica interna positiva, de interpretación; fuentes; 3.º, clasificación crítica de las fuentes; c), crítica interna: 1.º, crítica interna positiva, de interpretación; α), sentido literal. β'), sentido real; 2.º, crítica interna negativa de sinceridad y de exactitud: caso de una afirmación de primera mano; caso de una afirmación de segunda mano ó anónima; d), reconstitución de los hechos; e), definición del hecho social. C). *La experimentación indirecta en Sociología: el método comparativo: principales reglas del mé-*

todo sociológico.—III. Resultados del método indirecto de observación: sus ventajas, el espíritu crítico.

Toda investigación científica, á menos de ser absolutamente quimérica, debe tener por punto de partida fenómenos debidamente comprobados y definidos, al menos por sus apariencias exteriores, con bastante precisión para que las investigaciones no se extravíen y para que queden delimitadas. En general, esta obra es fácil. Basta observar, es decir, *aplicar su atención á los hechos tales como la naturaleza nos los presenta.*

Pero, en el dominio de lo que antes se llamaba las *ciencias morales y políticas* y que constituye hoy el de las *ciencias psicológicas y sociales*, está muy lejos de ser así. En ellas los *hechos no pueden ya ser conocidos directa é inmediatamente.* Vamos á ver *por qué y cómo se puede remediar este inconveniente.*

I. MÉTODO DE OBSERVACIÓN INDIRECTA EN PSICOLOGÍA.

A). *Observación interna ó directa.*—Sin duda parece que, en Psicología, la observación interna (*punto de partida necesario*, puesto que el carácter fundamental y específico del hecho que vamos á estudiar es ser *interno*) basta para darnos á conocer los hechos; pero esta operación es particularmente difícil.

Sus dificultades.—1.º Desde luego, los hechos de conciencia *no son estables y fijos*, como los objetos que se prestan á la observación externa: “En el momento en que un fenómeno producido en mi conciencia des-

pierta mi atención, este hecho puede estar ya á punto de cambiar ó aun de desaparecer completamente." (Höffding, *Psychologie*, 20.)

• 2.º Además, la observación interna necesita una especie de *desdoblamiento del observador*; sufre este un estado cualquiera y, al mismo tiempo, ve que lo sufre. La experiencia prueba que este desdoblamiento es posible y frecuente. Pero ¿no altera el fenómeno observado? Sí, puesto que "la energía de la cual dispone la vida consciente se encuentra, así, dividida y, cada una de las partes es, naturalmente, más débil que el estado total del individuo". (Idem.) ¿No hay *casos en los cuales este desdoblamiento es imposible*? "Algunos de los fenómenos psíquicos más originales é importantes, como la meditación profunda, la percepción sensible viva, la admiración, el amor, el temor, etc., están precisamente caracterizados por una absorción completa que hace imposible semejante división." En fin, es fácil hacerse la ilusión de que se ven elementos que, en realidad, son creados por la voluntad de verlos; es fácil también aumentar extraordinariamente otros elementos ó disminuirlos, etc.

La atención particular que se concede á estos fenómenos es, por sí misma, una causa perturbadora. La imparcialidad del observador tiene, pues, pocas garantías en la observación interna.

3.º Es verdad que la memoria puede aportar un remedio á estos inconvenientes. En muchas ocasiones, se puede observar, por medio del recuerdo, el mismo estado psicológico, lo cual remedia su inestabilidad. Se puede rectificar y corregir estas primeras observacio-

nes; observar, en fin, después que han pasado, los estados que apenas permitían el desdoblamiento del observador. "Mientras que se experimenta los fenómenos es preciso someterse á ellos... Pero los acontecimientos que nos han sorprendido por su intensidad y su claridad, permanecen en el recuerdo y, gracias á él, pueden ser estudiados... Podemos trasformarnos en una especie de naturalistas morales que ponen cuidadosamente aparte todo lo que interesa á la observación y á la inteligencia de los psicólogos, mientras que saltan velozmente sobre todo lo que no tiene un valor de este género." (Idem.) Pero este correctivo, aunque muy útil, es insuficiente; porque *la memoria altera siempre* un poco el hecho que nos recuerda; está sujeta á numerosos *desfallemientos* y, en ciertas circunstancias patológicas es, por último, *abolida*.

4.º Además, y con esto indicamos un defecto radical, el observador jamás puede hacer otra cosa que observarse á sí mismo; su observación es, pues, *completamente individual*, y ya sabemos que no hay ciencia más que de lo general. A causa del carácter, del temperamento diferente de cada psicólogo, nada nos garantiza que todos sientan y experimenten estados idénticos en circunstancias análogas. El campo de la observación interna es, pues, demasiado estrecho. No solamente no vale para todos los hombres, sino que hay también otros seres conscientes distintos del hombre, los animales superiores; y, ¿cómo realizar el tránsito de nosotros á ellos?

5.º Pero si la observación interna es limitada en extensión, lo es mucho más en profundidad. Desde lue-

go, se manifiesta como un *instrumento muy imperfecto de análisis*: "Con frecuencia, no se puede discernir con claridad cada una de las partes constitutivas de los estados de conciencia, si no es posible proceder experimentalmente" (Idem), aislando, por medios especiales, algunos factores y suprimiendo ó provocando ciertas causas.

Pero, con la observación sobre sí mismo, no solamente sería imposible, la mayor parte de las veces, esta operación, sino que, además, carecería siempre de comprobación y, por tanto, de valor. Por otra parte, la observación subjetiva se atiene forzosamente á los hechos dados en la conciencia; "pero la conciencia no es sino un mundo absolutamente cerrado; á cada instante surgen nuevos fenómenos que, desde el punto de vista único de la conciencia, no podemos derivar de algo anterior. Toda sensación nueva parece que nace de la nada. Sin duda podemos seguir sus transformaciones y sus efectos en la conciencia; pero no podemos decir nada sobre la manera como penetra, en un principio, en ella." (Idem, 29.) En particular, el origen de un hecho de conciencia debe ser frecuentemente buscado en una combinación de hechos inconscientes.

6.º Por último, la observación interna tiene el defecto capital de *olvidar los procesos fisiológicos* que constituyen una parte integrante del hecho psicológico. Pero este proceso no es accesible más que á la *observación externa*, y ésta tiene que ocupar *necesariamente un lugar al lado de la primera* en los métodos de investigación psicológica.

Vemos, pues, que estamos obligados á recurrir á

procedimientos indirectos de información conocidos bajo el nombre de observación objetiva.

B). *La observación interna y la externa.*—Sólo cuando el fenómeno *ha sido comprobado y bien determinado por la observación subjetiva* es cuando se debe hacer intervenir los procesos objetivos, porque no hay que olvidar que la característica del hecho psicológico es siempre su *repercusión en la conciencia.*

“Pero, con las precauciones críticas que todo método exige, la observación exterior amplía infinitamente el círculo de la Psicología; permite generalizar, que es lo que constituye el carácter indispensable de toda ciencia.

”Sin embargo, la Psicología no puede ser asimilada á las ciencias de los cuerpos inorgánicos, como la Física ó la Química; estudia individuos. No existe, en la realidad, un hombre en general ó animales en general; no hay más que individuos distintos, impenetrables el uno para el otro. La Psicología general estudia las funciones que son comunes á todos: percepción, memoria, imaginación, afectividad, etc.; pero estas funciones varían según los individuos, las razas, los lugares, las épocas. Es preciso, pues, que se complete por una Psicología *individual.* A ella se entregan con ardor los sabios desde hace algunos años estudiando los caracteres y cuestiones análogas.”

a). *Psicología objetiva individual.*—“Para constituir esta Psicología se ha preconizado y practicado dos procedimientos cuyo valor merece ser discutido: los *textos* y las informaciones ó cuestionarios.

I. El método de los textos (prueba) consiste en la

determinación, en un hombre normal, de los caracteres físicos y psíquicos que le son propios. Los primeros ensayos de este género han sido publicados en los Estados Unidos en 1897. Forman la base de la Antropometría, de la cual no tenemos que ocuparnos. Según los promotores de este procedimiento, los textos tienen un gran valor para determinar la naturaleza y la trascendencia de las variaciones individuales y de las diferencias de clase. Son instructivos, sobre todo cuando pueden proporcionar resultados estadísticos y son aplicados á grupos (alumnos de diferentes edades y de diferentes sexos, clases laboriosas ó pobres, gentes bien acomodadas).

Dejamos á un lado los textos relativos al cuerpo, para no mencionar más que los que implican, en un grado cualquiera, factores psicológicos.

Investigaciones sobre la capacidad sensorial: ejemplo, en relación al oído, su finura de percepción, la extensión de los sonidos que puede percibir, la exactitud para determinar la altura de un sonido; sobre la capacidad motora (energía, extensión, rapidez de los movimientos, etc.); sobre la capacidad perceptiva, por ejemplo, en la vista, percepción de las diferencias más pequeñas de longitud, de superficie. Más psicológicas son las experiencias relativas á la rapidez mental (reacción á diversos estímulos), á la medida del tiempo de la asociación de los estados de conciencia, á la atención, á la imaginación ó facultad de invención.

En estos últimos casos, el valor del texto parece bastante débil, porque consiste en hechos de tal manera simples (por ejemplo, completar, de una manera correc-

ta é inteligible, una frase interrumpida) que no se puede prejuzgar si la conclusión que se saca de la experiencia es legítima para las operaciones complejas. Estas determinaciones se hacen, en general, según uno de los tres métodos empleados por la Psicofísica: el de los casos verdaderos y falsos, el de los errores medios y el de las diferencias más pequeñas perceptibles.

El método de los *textos* ha dado resultados muy apreciables para la constitución de la Psicología individual y aun para aplicaciones prácticas á la Pedagogía. Pero sus promotores tienen cierta tendencia á sobrestimar su valor. Conviene, sin embargo, notar que, las estadísticas y *porcentages*, no tienen más que una apariencia de rigor científico; por otra parte, este procedimiento de medida, aplicado á las formas superiores de la vida psicológica, aun á la memoria y á la asociación y, *a fortiori*, á las operaciones complejas del razonamiento, de la construcción imaginativa, á las pasiones, etc., no es siempre eficaz; es demasiado simple, demasiado restringido, con frecuencia superficial, y no puede ser siempre aceptado como adecuado á la realidad.

II. Sin que pueda yo proporcionar la prueba de esta afirmación, la información, aplicada á los hechos de la Psicología, como procedimiento intermedio entre la observación y la experimentación, me parece de origen inglés...

En este método distingo dos formas muy diferentes que es preciso estudiar por separado: la información indirecta, ó cuestionario propiamente dicho, y la información directa ú oral.

1.º El procedimiento del cuestionario es tan co-

ocido que es inútil describirle. No se puede negar que, á primera vista, es seductor. Tomar un asunto, reducirle á algunas cuestiones y dirigirse á un público, con frecuencia enorme, por medio de los diarios, de las revistas ó de hojas sueltas que se distribuye profusamente, parece, ciertamente que garantiza "la variedad y la extensión de la experiencia" exigidas por las reglas del método. Además, como la materia de que trata el psicólogo es mucho más heterogénea que la materia de que tratan el físico ó el químico, parece que, por estas respuestas múltiples, se tiene más probabilidades de penetrar en la verdad, de apartarse del peligro, tan difícilmente evitable, de una psicología esquemática. Desgraciadamente los resultados han respondido pocas veces á estas bellas esperanzas, y las causas de esto las descubre fácilmente la reflexión. Se fracasa por la naturaleza de la cuestión propuesta y por culpa del público al cual se dirige.

Si se elige una cuestión grande é importante, no se presta á revestir una forma adecuada. Es demasiado compleja y demasiado delicada para ser cortada en trozos y formulada en términos claros susceptibles de respuestas precisas.

Pero, si los grandes asuntos están, así, vedados, ¿no podrá la Psicología limitarse á los pequeños? En este terreno hay que reconocer que el empleo del cuestionario ha prestado servicios. Por este procedimiento se ha descubierto, por ejemplo, la ineptitud completa de diversas personas para la visión mental. Pero el éxito es debido á la simplicidad de las cuestiones que, aunque de orden psicológico, no exceden mucho

del nivel de una investigación sobre el peso, el color de los ojos ó de los cabellos y otras particularidades físicas.

Existen también dificultades que provienen del público interrogado. Sería preciso asegurarse de dos cosas: la veracidad del que contesta y su competencia. Pero, salvo los casos en que la interrogación se dirige á un público bien conocido —por consiguiente, muy restringido— se permanece en la esfera de lo indeterminado y desprovisto de todo medio de comprobación.

2.º Sólo la interrogación *oral* y *directa* me inspira alguna confianza. Sin embargo, no deja de ofrecer inconvenientes.

Primero, es necesariamente restringida. Este procedimiento exige un conocimiento suficiente del sujeto interrogado, de su medio social, de la constitución de su espíritu, de su carácter, de su cultura intelectual general y especial. La ignorancia de todos estos factores nos lanzaría á lo desconocido.

Además, hay que tener en cuenta la interpretación de las respuestas por el psicólogo. Esta es una depuración personal inevitable. Todo el esfuerzo debe tender á reducirla al *mínimum*. La actitud del interrogador debe ser pasiva, respetuosa, y su virtud principal consiste en asemejarse á un instrumento registrador. En algunas informaciones orales, aunque bien conducidas, parece que el psicólogo interviene demasiado é inclina al sujeto hacia una dirección. A pesar de estos inconvenientes, la información oral me parece un modo de investigación legítimo.

En resumen: el método del cuestionario se apoya

sobre el *número*. Es una adaptación del sufragio universal á los problemas de la Psicología y, con frecuencia, no difiere mucho de las interrogaciones que los periodistas dirigen al gran público acerca de todos los asuntos.

La información oral, en vez del número, atiende á la *calidad*. Se ha dicho con razón que, "el estudio metódico de diez personas por diez psicólogos es incomparablemente más útil que cien hojas llenas de respuestas firmadas ó no firmadas".

Para concluir, la información no es sino un método auxiliar, y no es útil más que si se concede á la crítica el papel importante que merece. Esta crítica es doble: crítica de procedimientos y crítica de testimonios. (*Del método en las ciencias*. Capítulo de Th. Ribot sobre la Psicología, pág. 236 sig.; Alcan, 1909.)

Las manifestaciones psicológicas pueden, también, ser observadas en sus resultantes superficiales por la *Psicología social* y la *Psicología comparada*; además, en sus elementos más profundos, por la *Psicología fisiológica*.

b). *Psicología objetiva general*.—1.º La Psicología social examina, primero, las manifestaciones exteriores más aparentes del fenómeno, estudiándole en la sociedad actual y remontándose históricamente en el pasado. Este estudio constituye la *Psicología social ó sociológica* que toma informaciones preciosas de las diferentes ciencias sociológicas (Sociología general, Sociología estética, epistemológica, religiosa, jurídica, económica, etnológica, lingüística, folklore) y de trabajos descriptivos preparatorios (trabajos históricos en gene-

ral: historia de la civilización, del arte y de la literatura, de las ciencias, de las religiones, del derecho, del comercio y de la industria, etc.).

Estos datos nos permitirán corregir lo que tengan nuestras observaciones de demasiado individual. Se ha reprochado frecuentemente á la Psicología que es una ciencia de “el hombre blanco, adulto y civilizado”. Por la Sociología se *amplía* el campo de nuestras investigaciones. Operamos sobre masas, pueblos enteros, considerados durante siglos, sobre resultantes, en fin, donde las particularidades se han desvanecido para no dejar lugar más que á los fenómenos generales, que, por consiguiente, obedecen á causas generales.

“Las lenguas —decía Max Müller— contienen una Psicología petrificada. Las tres grandes clases de idiomas —monosilábicos, aglutinantes y de flexión— corresponden á formas diferentes de mentalidad, aunque estos caracteres diferenciales disten mucho de estar fijados con precisión; y esto no es verdad solamente de las razas; las variedades de lenguas de origen ario ó semita reflejan el modo habitual de pensar y de sentir de los diversos pueblos: preciso ó vago, claro ó fluido, racional ó emocional.

La historia, en el sentido ordinario de la palabra, es decir, la historia de las dinastías, de las revoluciones, de las guerras —sobre todo en las memorias y biografías— nos muestra las ideas, las pasiones, los apetitos, prodigiosamente agrandados por la escena del mundo. Nos los presenta ampliados. Taine ha dicho: “Explicar una revolución es hacer una página de Psicología.”

¿Cómo penetrar en la intimidad profunda y las va-

riedades tan numerosas del sentimiento religioso sin la historia de las religiones? Sin ella se permanecerá confinado en la abstracción estéril y vacía; no se obtiene más que una Psicología arbitraria, truncada y miserable.

La misma nota puede hacerse en relación al sentimiento moral. La historia de las costumbres, de las legislaciones, de las instituciones políticas y sociales es la que hace comprender la evolución y las variaciones operadas en el curso de los siglos, sobre las cuales han disertado tanto los moralistas de todas las escuelas.

¿Cómo se puede comprender la naturaleza y el poder de la imaginación creadora sin la historia de las artes? La literatura en particular, ¿no es un instrumento de análisis? ¿No hay novelistas que, con razón, son llamados psicólogos?

Las ciencias mismas son también indispensables para comprender la evolución de las ideas generales, lo que se ha llamado la historia de los conceptos. Seguramente, acerca de este punto, no nos puede instruir por sí solo el análisis subjetivo é individual.

Sin insistir más, se ve que la Psicología encuentra en todas partes algo que espigar y cosechar. Sin duda, hay que reconocer que, en todo este dominio, su método es mucho más precario y que la interpretación es más frecuentemente probable que cierta. No hay que olvidar que no observa directamente los hombres, que no llega á ellos sino á través de sus obras, que no son más que signos cuya transparencia no es siempre suficiente." (Idem, págs. 243-244.)

2.º La *Psicología comparada* tiene como materia la vida de los animales, de los niños, de los salvajes, de

las diferentes razas. Lo que es extremadamente complejo entre nosotros se manifiesta bajo un aspecto mucho más simple en el salvaje, en el niño y en el animal. La comparación que establecemos entre ellos nos permite ver mejor los grandes rasgos de la vida psicológica y sus factores primordiales.

A esto se puede añadir el estudio de los casos especiales: los datos que podemos sacar de las obras literarias, en las cuales el artista ha tratado de pintar la formación, el desarrollo, las acciones de ciertos caracteres (novela, teatro), las biografías, las memorias, que son otras tantas observaciones.

Todos estos materiales permiten el empleo del método comparativo, que no ha sido introducido en Psicología hasta época muy reciente, á imitación de las ciencias naturales. Mientras el psicólogo ha permanecido casi exclusivamente encerrado en la observación interior, éste método no ha podido ser sospechado. A fines del siglo XVIII, un analizador tan penetrante como Taine que, en su doble cualidad de historiador y de psicólogo, hubiera debido tener un gusto decidido por el estudio del hombre real, concreto, escribía, sin embargo, esta frase: "Para conocer á los griegos y á los romanos, estudiad los franceses de hoy; los hombres descritos por Polibio y Tácito se asemejan á las gentes que nos rodean." En nuestros días, pensamos de modo distinto: creemos que este estudio abstracto, reducido á algunos rasgos generales, hace conocer al hombre y no á los hombres; creemos que todos los miembros de la humanidad no han sido formados en el mismo molde, y sentimos curiosidad por las más pequeñas diferencias.

El método comparativo tiene por objeto establecerlas. Por ejemplo, frente á la Psicología de los pueblos civilizados coloca la de los primitivos, reconstituídos según sus creencias, sus costumbres, sus intituciones, sus lenguas, el desarrollo desigual de sus facultades en las cuales los impulsos predominan. Es, pues, un procedimiento propio de la Psicología individual ó colectiva, complementario de la Psicología general.

Al método comparativo se debe enlazar el *método genético* que, en el fondo, no es más que una variedad, una forma que, por su simplicidad, hace comprender mejor la naturaleza y el valor de este procedimiento de investigación. Tiene por objeto descubrir y trazar las fases sucesivas del desarrollo del espíritu humano en el individuo y en la historia. Por él comprendemos cómo existen en el hombre instintos, sentimientos y aun conceptos de una solidez inquebrantable, que son como el esqueleto y la osamenta de nuestra constitución mental, porque son los resultados organizados de innumerables experiencias fijadas y transmitidas por la herencia en la especie y, más allá de ella, en las especies. Nos muestra que, sobre esta base sólida, descansan otras manifestaciones de la vida psíquica menos estables, semiorganizadas. Y, por último, por encima de ellas, nos muestra manifestaciones más complejas, más inestables, más raras, las que destruye primero la disolución, porque son las últimamente formadas. Esta introducción de la idea de génesis en Psicología, de la hipótesis de un desarrollo lento á través de las especies y en el individuo —lo que, con una sola palabra se puede llamar el método embriológico— ha contri-

buído á la eclosión de muchas obras. Las que, desde hace unos treinta años, se han consagrado á la psicología del niño, pueden presentarse como ejemplo del método genético. Se podría fácilmente indicar otras." (Idem, pág. 244 sig.)

3.º Pero lo que constituye, sobre todo, la base sólida de la observación objetiva y nos permite remediar todos los inconvenientes de la observación interna y fundar, de un modo inquebrantable, la Psicología científica, es *el estudio directo del aspecto fisiológico* del hecho psíquico.

Este estudio corrige, primero, la falta de profundidad de los análisis puramente subjetivos, poniendo en vías de seguir un fenómeno de conciencia más allá de los límites de la conciencia. La vida consciente se degrada en vida orgánica inconsciente y sale, como por grados, de los fenómenos fisiológicos. El fisiólogo, cuando construye la teoría de las sensaciones y de sus orígenes, de los nervios transmisores, de los movimientos reflejos, de los centros cerebrales y espinales, se remonta, desde la conciencia plenamente desarrollada, á los elementos y á las condiciones de esta conciencia.

Además, los hechos fisiológicos son fijos y estables; pueden felizmente convertirse en los sustitutos de los hechos inestables dados por la observación interna. Pueden, además, ser observados cómodamente y en todo género de circunstancias, con ayuda de los instrumentos más precisos, sin temer á los errores, desfallecimientos y prejuicios de la conciencia individual. Los hechos fisiológicos nos han revelado elementos que pueden considerarse hoy como los concomitantes inseparables y

necesarios de algunos hechos psicológicos (en el estudio de la memoria, de la atención, de las emociones y de los sentimientos, de las percepciones, etc.).

c). *La experimentación en Psicología*.—Al lado de la Psicología subjetiva aparece la Psicología objetiva é indirecta. Con esta se ha introducido el uso fácil y fecundo de los métodos de experimentación: la Psicofísica y la Psicología fisiológica, que experimentan sobre los hechos de conciencia, la primera gracias á sus relaciones con las condiciones físicas de su producción, la segunda, gracias á sus relaciones con sus condiciones orgánicas.

1.º La *Psicofísica* “ha estudiado experimentalmente, en estos últimos años, la génesis y la acción recíproca de las sensaciones, los casos más simples de síntesis representativa, los sentimientos de placer y dolor, el tiempo empleado por estos hechos elementales de conciencia y otros análogos” (1).

Sobre todo, ha procedido á la medida de la duración y de la intensidad de los fenómenos, lo cual permite una comparación más precisa. Los instrumentos registradores, que ha imaginado con este objeto, son de los más ingeniosos.

2.º La *Psicología fisiológica* tiene una esfera mucho más extensa y es mucho más fecunda. No solamente *observa*, como acabamos de ver, un elemento que acompaña siempre al hecho de conciencia, sino que, además, aplica el método verdaderamente experimental á cuan-

(1) Hoffding, pág. 26. Véase los capítulos de la *Psicología* de A. Rey relativos á los fenómenos citados.—N. del A.

tas regiones de la Psicología puede ser aplicado este método.

En efecto: si *todo fenómeno psíquico está ligado á condiciones fisiológicas; si, haciendo variar éstas, se le hace variar de una manera determinada y, en general, continua*, basta, entonces, con actuar sobre las condiciones fisiológicas. Y como, para hacer esto, son muchos los medios de los cuales disponemos, podemos instituir verdaderas experiencias psicológicas. Es verdad que, *estos medios, tienen límites estrechos dentro del respeto debido á la salud de los sujetos sobre los cuales se experimenta*.

3.º Entonces es cuando intervienen la *Psicología patológica* y las *observaciones clínicas*: “las leyes de la enfermedad son las mismas que las de la salud; no hay en aquélla más que la exageración ó la disminución de ciertos fenómenos que se encontraba ya en ésta.” (Pierre Janet.) La enfermedad nos ofrece experiencias realizadas por completo por la naturaleza y, algunas enfermedades, extremadamente importantes para el psicólogo —las *enfermedades nerviosas*— permiten una experimentación muy fructuosa y variada por medio de la *sugestión y el hipnotismo*, que son actualmente empleados con cierto éxito para *curarlas (psicoterapia)*.

“Por lo demás, todas las manifestaciones de la actividad mental pueden ser estudiadas bajo una forma patológica. Las percepciones conducen á las alucinaciones; la memoria, á sus desapariciones (amnesia), á sus excitaciones (hiperemnesia), á sus ilusiones (paramnesia). El poder volitivo puede destruirse (abulia), paralizarse por tendencias impulsivas. Todo el mundo conoce

las anomalías de la asociación de las ideas en los locos. La patología de las operaciones lógicas y de la imaginación creadora ha sido mal apreciada. La última sería muy difícil por ser lo sano y lo morboso indiscernible, algunas veces, en el mundo de la fantasía; sin embargo, yo no la creo imposible.

El estudio de las perturbaciones del lenguaje y de los signos de expresión es uno de los mejores ejemplos para mostrar cuán fructuoso es el método patológico. La facultad de la palabra voluntaria, de la repetición de las palabras oídas, de la lectura en alta voz, de la escritura voluntaria ó al dictado, de la comprensión de las palabras habladas, de las palabras escritas, la facultad de copiar, todas estas facultades pueden ser abolidas en conjunto ó por grupos de tres, cuatro ó cinco; las otras permanecen intactas. Tenemos, pues, motivo para decir que la enfermedad es un maravilloso instrumento de análisis. Es más, instruye sobre el estado normal, porque estas variedades de afasia han contribuído á poner de relieve el predominio marcado, en unos, del uso de imágenes de la vista (tipo visual); en otros, de imágenes sonoras ó motoras (tipo auditivo, tipo motor).

Aún no he dicho nada de las relaciones del método patológico con los sentimientos. Todos los sentimientos pueden revestir la forma morbosa; pero hay un grupo que, en razón de su importancia moral y social, ha dado nacimiento á una ciencia nueva: la Antropología criminal. Es verdad que, esta ciencia, al menos en su mitad, pertenece á la Anatomía y á la Fisiología del cuerpo; pero el resto corresponde á la Psicología ó á la Moral. La Antropología criminal estudia los delincuentes,

las gentes colocadas en la frontera de la locura; muestra que el lenguaje popular no se engaña al decir de algunos individuos "que no tienen nada de humanos". Puede existir, en la organización del sentimiento, lagunas comparables á la privación de un miembro ó de una función en la organización física; son seres que la naturaleza ó las circunstancias han *deshumanizado*. La Psicología de las multitudes, que estudia el papel de los sentimientos y de los impulsos en los grupos y colectividades, es como una rama separada de este tronco. De fecha reciente, es, sin embargo, afirmada en algunas obras de valor.

Conviene no terminar esta mención del método patológico sin recordar lo que se debe al procedimiento del hipnotismo, desacreditado durante tan largo tiempo, pero que hoy se puede llamar "una vivisección moral", verdadera experimentación que permite ver y hacer funcionar ante nuestros ojos el mecanismo intelectual, como el fisiólogo ve y hace funcionar ante nuestros ojos la máquina orgánica. Las parálisis producidas y curadas por sugestión, las amnesias artificiales, las alucinaciones positivas y negativas, las sugestiones de actos á larga fecha, todos estos hechos y muchos otros han planteado antiguos problemas bajo una forma nueva.

Pero el punto importante que hay que notar es que, este procedimiento, es el más eficaz para penetrar en la actividad inconsciente ó subconsciente. Es claro que el método de observación interior es nulo en este caso ó no puede servir más que para engañar. Con el empleo, cada vez creciente, del método objetivo, la Psicología,

confinada durante tanto tiempo en la conciencia clara, ha extendido su dominio y se ha habituado á admitir que, lo que cae bajo su acción, no es más que una débil parte de la vida mental.

El hipnotismo es un procedimiento excelente para explorar este mundo subterráneo que, conocido ó desconocido, forma parte de nosotros mismos, que conserva nuestro pasado y es el depósito de tendencias virtuales, de energía potencial que no ha logrado hacer irrupción en la conciencia. Merced al hipnotismo es posible llegar á esta región directamente." (Idem, página 253 sig.)

Es verdad que, precisamente en virtud de su naturaleza, los hechos de conciencia más simples de todos son los susceptibles de experimentación. Pero la Psicología científica está apenas en sus comienzos. Es preciso comenzar por lo simple antes de llegar á lo complejo. Esta es, también, una necesidad del método. La Psicología tiene, pues, procedimientos de experimentación bien definidos y, así, no tiene que hacer otra cosa sino aplicar el método experimental directo.

II. LA OBSERVACIÓN INDIRECTA EN SOCIOLOGÍA.

Los hechos sociales son también más difíciles de alcanzar que los hechos psicológicos. Evolucionan sobre nosotros y fuera de nosotros: se prolongan, con frecuencia, mucho más allá de una vida humana y comprenden una multitud de individuos repartidos á grandes distancias unos de otros.

No podemos observar *directamente* más que la parte

mínima y borrosa que tomamos en algunos de estos hechos, sin sospechar, con frecuencia, el efecto total que contribuimos así á preparar y á producir. Estamos aproximadamente en el mismo caso en que se encontraría una de las células que componen nuestro organismo, si quisiese observar y comprender la evolución del organismo entero y los acontecimientos de los cuales es teatro.

Es preciso, pues, que el sabio pueda reconstruir los hechos en su integridad, por procedimientos indirectos. Es preciso que acumule documentos que le permitan percibir lo que no puede observar él mismo, á causa del alejamiento en el tiempo y en el espacio. El primer paso de la investigación científica, el establecimiento de los hechos, *exigirá, pues, en las ciencias sociales, una serie de trabajos especiales y difíciles*. Estos trabajos especiales constituyen lo que se llama la *crítica histórica*, que se apoya, también, sobre la *crítica de los textos ó crítica filológica*. La Historia, con su procedimiento preparatorio, la *crítica de los textos*, no es otra cosa, en efecto, que la reconstitución de los hechos sociales y el primer paso de las ciencias sociales. En el estado actual de estas ciencias es preciso reconocer, además, *que todo el trabajo se limita casi á este primer momento*, y que, las generalizaciones inductivas y las deducciones comprobadoras son muy vagas y muy raras.

EL MÉTODO HISTÓRICO

A. *Reunión de los documentos: Eurística*.—En primer lugar, es casi imposible observar y reconstituir un

hecho social actual, porque sus condiciones de duración y de extensión se oponen á ello; no tendríamos ninguna probabilidad de abrazar este hecho en su integridad. Es preciso, pues, que nos limitemos á los hechos pasados: "Los hechos pasados no nos son conocidos más que por las huellas que de ellos se han conservado... La Historia se hace con *documentos*... La historia de numerosos períodos del pasado de la humanidad, falta de documentos, nos es completamente desconocida. Porque nada suple los documentos: no hay documentos, no hay Historia."

"Pero es claro que, antes de todo examen crítico y de toda interpretación de los documentos, se plantea la cuestión de saber si los hay, cuántos hay y dónde están. Si tengo el propósito de tratar un punto cualquiera de Historia, me informaré, primero, del lugar ó los lugares donde están los documentos necesarios para tratarlos, supuesto que existan. Buscar, recoger los documentos, es, pues, una de las partes, lógicamente la primera, y una de las partes principales del método histórico. En Alemania se le ha dado el nombre de *Eurística*... No hay que decir que, si no se la practica bien, es decir, si antes de comenzar el trabajo histórico, no se le sabe rodear de todos los datos accesibles, se aumenta gratuitamente las probabilidades (siempre muy numerosas) de operar sobre datos insuficientes... Los documentos históricos antiguos son reunidos y conservados hoy, en principio, en los establecimientos públicos que se llaman *archivos*, *bibliotecas* y *museos*. Claro es que todos los documentos que existen no están en ellos...; pero la excepción, que es despreciable, no anula aquí la re-

gla (1).” Los inventarios de las riquezas contenidas en estos establecimientos, los repertorios generales de estos inventarios, especie de catálogos de catálogos, y, por último, los repertorios bibliográficos que proporcionan la lista de los trabajos hechos sobre tales ó cuales documentos, son los instrumentos indispensables —y desgraciadamente aún muy imperfectos— de la Eurística.

B. *Crítica histórica*.—a) *Generalidades: dos especies de documentos*.—Una vez reunidos los documentos, con frecuencia de un modo bastante penoso, el historiador procede inmediatamente, por vía de razonamiento, á tratar de concluir, tan correctamente como sea posible, de las huellas á los hechos. El documento es el punto de partida; el hecho pasado es el punto de llegada.

“Entre este punto de partida y este punto de llegada es preciso atravesar por una serie compleja de razonamientos, encadenados unos á otros, en los cuales, las probabilidades de error son innumerables; el menor error que se cometa al principio, en medio ó al fin del trabajo puede viciar todas las conclusiones... El análisis detallado de los razonamientos que llevan de la comprobación material de los documentos al conocimiento de los hechos, es una de las partes principales de la metodología histórica. Este es el dominio de la crítica.

”Se puede distinguir dos especies de documentos.

(1) Este capítulo es casi el análisis de la notable obra de Seignobos y Langlois, *Introduction à la Méthode historique*, de la cual están tomadas todas las citas.

Algunas veces, el hecho pasado, ha dejado una huella material (un monumento, un objeto fabricado). Otras veces, y esto es lo más frecuente, la huella del hecho es de orden psicológico; es una descripción ó una relación escrita. El primer caso es mucho más simple que el segundo. Existe, en efecto, una relación fija entre ciertas huellas materiales y sus causas y, esta relación, determinada por leyes físicas, es bien conocida. La huella psicológica, por el contrario, es puramente simbólica: no es el hecho mismo; no es tampoco la acción inmediata del hecho sobre el espíritu del testigo; es sólo un signo convencional de la impresión producida por el hecho en el espíritu del testigo. Los documentos escritos no tienen valor por sí mismos, como los documentos materiales; no lo tienen más que como signos de operaciones psicológicas, complicadas y difíciles de desembrollar. La inmensa mayoría de los documentos que proporcionan al historiador el punto de partida de sus razonamientos, no son, en suma, más que las huellas de operaciones psicológicas.

Admitido esto, para concluir de un documento escrito al hecho que ha sido su causa remota, es decir, para saber la relación que enlaza este documento á este hecho, es preciso reconstituir toda la serie de las causas intermedias que han producido el documento. Es preciso representarse toda la cadena de los actos efectuados por el autor del documento á partir del hecho observado por él hasta el manuscrito (ó impreso) que tenemos hoy ante los ojos. Esta cadena se reconstruye en sentido inverso, comenzando por la inspección del manuscrito (ó del impreso) para llegar al hecho antiguo.

Primero se observa el documento: ¿está tal como era cuando ha sido producido? ¿No ha sido falsificado? Hay que restituirlo, si es necesario, á su estado original y determinar su procedencia. Este primer grupo de investigaciones previas, que se refiere á la escritura, la lengua, las formas, etc., constituye el dominio particular de la *crítica externa* ó crítica de *erudición* (ó *crítica filológica*). En seguida interviene la *crítica interna* que trabaja, por medio de razonamientos por analogía..., para representarse los estados psicológicos por los cuales ha atravesado el autor del documento. Una vez que se sabe lo que el autor del documento ha dicho, se pregunta: 1.º, ¿qué ha querido decir?; 2.º, si ha creído lo que ha dicho, y 3.º, si ha tenido un fundamento para creer lo que ha creído. En este último término, el documento resulta reducido á un punto en el cual se asemeja á una de las operaciones científicas por las cuales se constituye toda ciencia objetiva; *no falta más que tratarle según los métodos de las ciencias objetivas*. Todo documento tiene un valor, exactamente en la medida en que, después de haber estudiado su génesis, se le reduce á una observación bien hecha.

"De lo que precede se desprenden dos conclusiones: la complejidad extrema y la necesidad absoluta de la crítica histórica.

"Comparado con los otros sabios, el historiador se encuentra en una situación muy embarazosa. No solamente no le es nunca dado, como al químico, observar directamente los hechos, sino que es muy raro que los documentos, de los cuales está obligado á servirse, representen observaciones precisas. Está en la condición

de un químico que conociese una serie de experiencias solamente por las relaciones de su mozo de laboratorio. El historiador se ve obligado á sacar partido de relaciones muy groseras con las cuales ningún sabio se contentaría.

"Tanto más necesarias son las precauciones que hay que tomar para utilizar estos documentos, cuanto que son los únicos materiales de la ciencia histórica... Tanto más necesarias son, al mismo tiempo, las advertencias sobre este particular, cuanto que la tendencia del espíritu humano conduce á no tomar precaución alguna y proceder confusamente, en estas materias, donde sería indispensable la precisión más exacta... El instinto natural de un hombre que cae al agua es hacer todo lo necesario para ahogarse... Del mismo modo, el hábito de la crítica no es natural; es preciso que sea inculcado y no se convierte en orgánico sino por ejercicios repetidos."

Vamos á descomponer las diversas operaciones de esta crítica.

b). *Crítica externa, crítica de erudición; el método filológico.*—I.^o *Crítica de restitución.*—"Antes de servirse de un documento es preciso saber si el texto de este documento es *bueno*, es decir, tan conforme como sea posible con el manuscrito autógrafo y, cuando el texto es *malo*, hay que mejorarlo. Obrar de otro modo es peligroso... En efecto: sobre pasajes viciados por errores de transcripción se ha construído teorías que han caído por completo, en bloque, cuando ha sido descubierta ó restituído el texto original de estos pasajes... Todos los documentos históricos no han sido has-

ta aquí publicados de manera que procuren al historiador la seguridad que necesita y, algunos historiadores obran aún como si no se diesen cuenta de que un texto mal establecido está, por esto mismo, sujeto á caución. Pero se ha realizado un progreso considerable. El método conveniente para la purificación y la restitución de los textos se ha obtenido de las experiencias acumuladas por muchas generaciones de eruditos. No hay otra parte del método histórico que esté hoy fundada más sólidamente ni que sea más generalmente conocida." He aquí los principios esenciales: hay que considerar tres casos:

Primer caso.—"El caso más sencillo es aquel en que se posee el original, el autógrafo mismo. No hay que hacer más que reproducir el texto con una exactitud completa..."

Segundo caso.—"Se ha perdido el original; no se conoce más que una copia de él. Hay que proceder con cuidado, porque es probable, *a priori*, que esta copia contenga faltas. Los textos degeneran según ciertas leyes. Se ha procurado distinguir y clasificar las causas y las formas ordinarias de las diferencias que se observan entre los originales y las copias; después se ha deducido, por analogía, reglas aplicables á la restitución conjetural de los pasajes que, en una copia única de un original perdido, están seguramente (por ser ininteligibles) ó verosíblemente corrompidos. Las alteraciones del original en una copia, las "variantes de tradición", como se dice, son imputables, ya al fraude, ya al error... Casi todos los copistas han cometido errores de juicio ó accidentales. Errores de juicio, si, estando

á medio instruir ó no siendo muy inteligentes, se han creído en el caso de corregir pasajes ó palabras del original que no entendían. Errores accidentales, si han leído mal al copiar ó han oído mal al escribir al dictado y han cometido, involuntariamente, *lapsus calami*. Las modificaciones que provienen de fraudes y de errores de juicio son, con frecuencia, muy difíciles de percibir... Pero, la mayor parte de los errores accidentales se pueden adivinar cuando se conoce sus formas más corrientes: confusión de sentido, confusión de las letras y de las palabras; trasposición de palabras, de sílabas y de letras; ditografía (repetición inútil de letras ó de sílabas); haplografía (sílabas ó palabras que hubiera sido preciso repetir y que no se han escrito más que una vez); palabras mal separadas; frases mal puntuadas, etc...

"La restitución conjetural de un texto supone, además de nociones generales sobre el proceso de la degeneración de los textos, el conocimiento profundo: 1.º, de un lenguaje; 2.º, de una paleografía especial, y 3.º, de las confusiones (de las letras, del sentido de las palabras) que tenían ó tienen costumbre de cometer los copistas de los textos redactados en la misma lengua y *escritos de la misma manera*. Por el aprendizaje de la enmienda conjetural de los textos griegos y latinos, de los repertorios (alfabéticos y metódicos) de las *variantes de tradición*, de las confusiones frecuentes, se han hecho correcciones probables." [*Adversaria crítica* de Madvig (griego y latín), *Commentatio palæographica*, de J. Bast (griego), *Gradus ad criticeen*, de Hagen (latín)].

“Sería fácil enumerar ejemplos de restituciones felices. Las más satisfactorias son las que tienen un carácter de evidencia paleográfica, como la corrección clásica de Madvig al texto de las cartas de Séneca (89, 4). Se leía: “*Philosophia unde dicta sit, apparet; ipso enim nomine fatetur, quidam et sapientiam ita quidam finierunt...*”, lo cual no tiene sentido. Se suponía una laguna entre *ita* y *quidam*. Madvig se ha representado el texto en capitales del arquetipo desaparecido, donde, según el uso anterior al siglo VIII, las palabras no estaban separadas y las frases no estaban puntuadas (*fatur quidam et sapientiam*); se ha preguntado si el copista, que, desde luego, tuvo ante sus ojos el arquetipo en capitales, no habría cortado las palabras al azar y ha leído sin dificultad: “*ipso enim nomine fatetur quid amet. Sapientiam ita quidam finierunt.*”

Tercer caso.—“Se conocen muchas copias divergentes de un documento cuyo original se ha perdido...

“El objeto, como en el caso precedente, es reconstituir el arquetipo. No hay que fiarse, ni de una copia tomada al azar, ni de la copia más antigua, porque una copia más reciente puede ser una buena reproducción de una copia anterior perdida; ni se puede contar las lecturas y decidir por mayoría, porque puede haber copias hechas las unas de las otras, ó de una misma copia anterior y que, así, reproduzcan, todas, la misma falta.” Se ha reconocido que el único partido racional que cabe tomar consiste en determinar, primero, las relaciones de las copias entre sí. Con este fin, se parte de un postulado innegable, á saber, que todas las co-

pías que contienen en los mismos lugares las mismas faltas, han sido hechas las unas de las otras, ó se derivan todas de una copia, en la cual existían estas faltas... Sin escrúpulo se puede eliminar todos los ejemplares derivados de una copia que se ha conservado, porque, evidentemente, no tienen más valor que el de la copia, su fuente común... Hecho esto, ya no se está en presencia más que de copias independientes, tomadas directamente sobre el arquetipo, ó de copias derivadas cuya fuente se ha perdido. Para clasificar, las copias derivadas, en *familias* de las cuales cada una represente, con mayor ó menor pureza, la misma tradición, se recurre también al método de la comparación de las faltas. Este método permite, ordinariamente, trazar, sin gran trabajo, un cuadro genealógico completo de los ejemplares conservados, cuyo cuadro pone muy claramente de relieve su importancia relativa.

Cuando se ha trazado el árbol genealógico de los ejemplares, para restituir el texto del arquetipo, se compara las tradiciones independientes.

Si estas tradiciones independientes concuerdan en dar un texto suficiente, no hay más dificultades. Si difieren, hay que decidir. Si, acaso, concuerdan pero dan un texto defectuoso, se recurre, como si no se tuviese más que una copia, á la enmienda conjetural. En principio, tener muchas copias independientes de un original perdido es una condición mucho más favorable que tener una sola, porque, la simple comparación mecánica de las lecturas independientes, basta, con frecuencia, para disipar oscuridades que la luz incierta de la crítica conjetural no habría podido resolver.

Los resultados de la crítica de restitución —crítica de recomposición y de purificación— son completamente negativos. Ya por vía de conjetura, ya por vía de comparación y de conjetura, se llega á obtener, no necesariamente un buen texto, sino el mejor texto posible del documento cuyo original se ha perdido.

El beneficio más claro consiste en eliminar las lecturas malas, adventicias, propias para causar errores, y señalar como tales los pasajes sospechosos. Pero no hay que decir que la crítica de restitución no proporciona ningún dato nuevo.

2.º *Crítica de origen.*—“Sería absurdo buscar noticias de un hecho en los papeles de alguien que no ha sabido nada de él ni pudo saber nada. Cuando se está en presencia de un documento es preciso, ante todo, preguntarse: ¿De dónde viene? ¿Quién es el autor? ¿Cuál es su fecha? Un documento cuyo autor, cuya fecha, cuyo lugar, en una palabra, cuyo origen ó *procedencia* son totalmente incognoscibles, no sirve para nada.” Desde luego, las indicaciones más formales de la procedencia no son nunca suficientes *por sí mismas*. No son más que presunciones grandes ó pequeñas, muy grandes, en general, cuando se trata de documentos modernos, pero, con frecuencia, muy pequeñas cuando se trata de documentos antiguos. Existen postizos, pegados á obras insignificantes, para realzar su valor ó á obras considerables para glorificar á alguien ó con la intención de engañar á la posteridad ó por cien otros motivos... Hay, además, documentos enteramente *falsos*; los falsarios que los han fabricado los han provisto, naturalmente, de indicaciones muy precisas de su procedencia

supuesta. Luego es preciso comprobar. Pero ¿cómo? Cuando la procedencia aparente de los documentos es sospechosa se comprueba por el mismo método que sirve para determinar, hasta el límite de lo posible, la de los documentos desprovistos de toda indicación de origen. Los procedimientos son los mismos en los dos casos.

α). “El principal instrumento de la crítica de procedencia es el *análisis interno* del documento en cuestión, análisis hecho con el fin de revelar en el documento todos los indicios propios para adquirir datos acerca del autor y del tiempo y el país en que ha vivido.” Se examina, primero, la escritura del documento (varía con la época), el lenguaje (determinadas formas no han sido empleadas más que en determinados lugares y en determinadas épocas), las fórmulas (si se trata de actos públicos), los *hechos contemporáneos* á los cuales hace alusión, la predilección con la cual son señalados algunos de ellos.

β). “Se completa y se comprueba los resultados obtenidos por el análisis interno recogiendo todos los *datos exteriores* relativos á los documentos que se someten á crítica, datos que pueden encontrarse dispersos en documentos de la misma época ó más recientes, citas, detalles biográficos sobre el autor, etc.”

γ). “Numerosos documentos han recibido, en diferentes épocas, *adiciones* que importa distinguir del texto primitivo... Hay dos clases de adiciones: la *interpolación* y la *continuación*. Interpolación es insertar en un texto palabras ó frases que no estaban en el manuscrito del autor. (Cuando las modificaciones del tex-

to primitivo son, de hecho, del autor mismo, son *correcciones*.) Es inútil definir las continuaciones. Se sabe que muchas crónicas de la Edad Media han sido continuadas por diversas manos, sin que ninguno de los continuadores sucesivos se haya tomado la molestia de declarar dónde comienza y dónde acaba su trabajo propio... Se distingue la interpolación y la continuación comparando copias de épocas y orígenes diversos, si existen, ó por el análisis interno que muestra inspiraciones diferentes."

δ). "La obra de la crítica de procedencia no acaba cuando se ha localizado el documento, de un modo preciso ó aproximado, en el tiempo y en el espacio y se sabe, en fin, sobre el autor ó los autores, todo cuanto se puede saber." Hay que discernir también, en los límites de lo posible, las *fuentes* de las cuales se han servido los autores de documentos. El problema que hay que resolver aquí no deja de tener analogía con el de la restitución de los textos del cual hemos tratado antes. En los dos casos se procede, en efecto, partiendo del principio de que, las lecturas *idénticas*, tienen una *f fuente común*. A causa de la extrema complejidad de los acontecimientos históricos, es completamente inverosímil que dos observadores independientes los hayan referido del mismo modo. Se trata de formar familias de documentos, del mismo modo que se forma familias de manuscritos... Los examinadores que corrigen los trabajos de los candidatos al bachillerato notan, algunas veces, que las copias de dos candidatos (comparadas) presentan un aspecto común de familia. Si quieren buscar cuál es aquella de la cual la otra se deriva, lo recono-

cen fácilmente, á despecho de los pequeños artificios (modificaciones ligeras, ampliaciones, resúmenes, adiciones, supresiones, trasposiciones) que el plagiario ha multiplicado para evitar las sospechas. Los errores comunes bastan para denunciar á los dos culpables; las torpezas y, sobre todo, los errores propios de los plagiarios, que tienen su fuente en una particularidad de la copia tolerada, revelan el más culpable.

"La crítica de procedencia garantiza á los historiadores contra errores enormes. Los resultados que obtiene son sorprendentes... Es hoy considerada como la *crítica* por excelencia, y con razón; pero no hay que contentarse con esta forma de la crítica y no hay que abusar de ella... La crítica de procedencia, como la de restitución (como *todo el método filológico*) es *preparatoria y sus resultados son negativos*... Enseña á no emplear malos documentos; no enseña á sacar partido de los buenos. No es toda la crítica histórica, *es sólo uno de sus elementos*."

3.º *Clasificación crítica de las fuentes*.—"Gracias á las operaciones precedentes los documentos, todos los documentos de un cierto género ó relativos á un asunto dado, los suponemos encontrados (se sabe dónde están, cuáles son y de dónde proceden). Falta reunir y clasificar metódicamente los materiales así comprobados. Esta operación es la última de las que se puede llamar preparatorias de los trabajos de crítica superior (interna) y de construcción...

"Distingamos *el caso del historiador* que clasifica documentos comprobados para hacer una obra histórica, del *del erudito* que compone un *registro*. *Registros* (de

regerere, consignar por escrito) y *Corpus* son colecciones metódicamente clasificadas de documentos históricos. Los documentos son reproducidos *in extenso* en un *corpus*, analizados y descritos en un *regesto*. *Corpus* y *registos* están destinados á ayudar á los que trabajan en la colección de los documentos. Los eruditos se ocupan en efectuar, de una vez para siempre, trabajos de investigación y de clasificación de los cuales, gracias á ellos, se verá dispensado el público en lo sucesivo." Los documentos pueden ser agrupados según su fecha, su lugar de origen, su contenido ó su forma. Superponiendo estos cuatro modos se obtiene, á voluntad, cuadros reducidos de clasificación. (Ejemplo: *Corpus inscriptionum græcorum latinorum*; *corpus scriptorum ecclesiasticorum latinorum*; *regesta imperii*; *regesta pontificorum romanorum*.)

c). *Crítica interna*.—Estudiemos ahora las operaciones de la crítica interna, destinada á restablecer el sentido del documento: "La crítica está destinada á discernir en el documento lo que puede ser aceptado como verdadero. Pero el documento no es sino el resultado último de una serie de operaciones de las cuales el autor no nos hace conocer el detalle. Observar y recoger los hechos, concebir las frases, escribir las palabras, todas estas operaciones, distintas unas de otras, pueden no haber sido hechas con la misma corrección. Es preciso, pues, *analizar* el producto de este trabajo del autor para distinguir qué operaciones han sido incorrectas, á fin de no aceptar sus resultados... Para ser lógicamente completo, el análisis debería reconstituir *todas* las operaciones que el autor ha debido hacer y examinarlas

una á una, á fin de buscar si han sido todas hechas correctamente. Sería preciso volver á pasar por todos los actos sucesivos que han producido el documento, desde el momento en que el autor ha visto el hecho que es objeto del documento hasta el movimiento de su mano que ha trazado las letras de este documento...

Este método sería tan largo y tan fastidioso que nadie tendría tiempo ni paciencia para aplicarle... El historiador más exigente se atiene á un método abreviado que concentra todas las operaciones en dos grupos: 1.º, el análisis del contenido del documento y la crítica positiva de interpretación necesaria para asegurarse de lo que el autor ha querido decir; 2.º, el análisis de las condiciones en las cuales se ha producido el documento y la crítica necesaria para comprobar lo que dice el autor. Este desdoblamiento del trabajo crítico no es tampoco practicado más que por algunos investigadores especialmente concienzudos...

1.º *Crítica interna positiva de interpretación.*—Analizar el contenido de un documento es distinguir y aislar todas las ideas expresadas por el autor; es hacer la *crítica de interpretación*. La interpretación pasa por dos grados: determinar el sentido literal y el sentido real.

a). “Determinar el sentido literal de un texto es una operación lingüística... Pero el *conocimiento general* de la lengua no basta. Para interpretar á Gregorio de Tours no es bastante saber, en general, latín; es preciso también una interpretación histórica especial para adaptar este conocimiento general al latín de Gregorio de Tours... El método consiste en establecer el sentido

especial de las palabras en el documento y descansa sobre algunos principios simples."

Puesto que un lenguaje difiere de los demás por ciertos detalles, según el tiempo, el país, etc., es preciso saber el *lenguaje de la época*, del *país*, del *autor*, el sentido especial que tiene el *pasaje*. Porque una misma expresión cambia de sentido según el *pasaje* en que se encuentra; cada palabra y cada frase se deben, pues, interpretar, no aisladamente, sino teniendo en cuenta el sentido general del contexto. Esta es la *regla del contexto*, regla fundamental de la interpretación. Implica que, antes de hacer uso de una frase ó de un texto, se ha leído este texto en su conjunto; prohíbe, en un trabajo moderno, acumular citas, es decir, trozos de frases, arrancados de un *pasaje*, ignorando el sentido especial que el contexto le daba.

β). Después de haber analizado exteriormente el documento y determinado el sentido literal de las frases no se está aún cierto de haber percibido el pensamiento verdadero del autor. Es posible que se hayan tomado algunas expresiones en un sentido desviado; esto sucede por muchos motivos muy distintos: la alegoría ó el símbolo, la burla ó la mixtificación, la alusión ó lo sobrentendido y hasta la simple figura de lenguaje (metáfora, hipérbole, etc.). En todo caso, es preciso penetrar, á través del sentido literal, hasta el sentido real que el autor ha disimulado voluntariamente bajo una forma inexacta. ¿Cómo encontrarle? "Apenas se puede formular más que un principio universal: cuando el sentido literal es absurdo, incoherente, oscuro ó contrario á las ideas del autor ó á los hechos conocidos

por él, se debe presumir un sentido desviado. Para determinar este sentido se debe proceder como para establecer el lenguaje de un autor; se compara los pasajes en los cuales se encuentra los trozos supuestos de sentido desviado y se busca si hay uno cuyo contexto permita adivinar el sentido. Un ejemplo célebre de este procedimiento es el descubrimiento del sentido alegórico de la bestia en el Apocalipsis (Nerón)...

"Cuando, por último, se ha alcanzado el sentido verdadero del texto, la operación del análisis positivo está terminada. El resultado es dar á conocer las *concepciones* del autor...

2.º *Crítica interna negativa de sinceridad y de exactitud.*—"El análisis y la crítica positiva de interpretación no se refieren más que al trabajo interior del espíritu del autor del documento y no hacen conocer más que sus ideas. No enseñan directamente nada sobre los hechos exteriores. Pero cuando el autor ha podido observarlos, su texto indica solamente cómo ha querido presentarlos, no cómo los ha visto realmente, y, menos aún lo que han sido en realidad... La práctica ha forzado á los historiadores á reflexionar al verse en presencia de documentos que se contradicen unos á otros; en este conflicto ha sido preciso resignarse á dudar y, previo examen, á admitir la existencia del *error* ó de la *mentira*; así se ha impuesto la necesidad de la crítica negativa para separar las afirmaciones manifiestamente engañosas ó erróneas."

Pero el instinto de confianza es tan indestructible que, la mayor parte de los historiadores, se han contentado, en este punto, con nociones vulgares y fórmulas

vagas. "Se limitan á examinar si el autor ha sido, en general, *contemporáneo* de los hechos, si ha sido testigo *ocular*, si ha sido *sincero* y ha estado *bien informado*, si ha sabido la verdad ó si la ha querido decir, ó lo que es lo mismo, resumiéndolo todo en una fórmula, si ha sido *digno de fe*.

"Seguramente esta crítica superficial vale mucho más que la ausencia de crítica y ha bastado para dar, á los que la han practicado, la conciencia de una superioridad indiscutible; pero no está sino á la mitad del camino entre la credulidad vulgar y el método científico. Aquí, como en toda ciencia, el punto de partida debe ser la *duda metódica*... El historiador debe, *a priori*, desconfiar de toda afirmación de un autor porque ignora si es engañosa ó errónea. Tal afirmación no puede ser para él más que una presunción. La crítica interna conduce á dos reglas generales:

1.^a "Una verdad científica no se establece *por testimonio*. Para afirmar una proposición se necesitan *razones especiales para creerla verdadera*. Puede ser que la afirmación de un autor sea, en ciertos casos, una razón suficiente; pero *no se sabe de antemano*...

2.^a "La crítica de un documento no puede hacerse en bloque. La regla será *analizarle* en sus elementos para separar todas las afirmaciones independientes de las cuales se compone y examinar cada una de ellas separadamente. Con frecuencia una sola frase contiene muchas afirmaciones y es preciso aislarlas para criticarlas aparte..."

Caso de una afirmación de primera mano.—"El valor de la afirmación de un autor depende únicamente

de las condiciones en que ha operado. La crítica no tiene otro recurso que examinar estas condiciones. Pero no se trata de reconstituirlas todas; basta responder á una sola cuestión: el autor ¿ha operado correctamente ó no? La cuestión puede ser abordada por dos lados.

a). “Frecuentemente se conoce, por la crítica de procedencia, las condiciones *generales* en que el autor ha operado. Es probable que algunas de ellas hayan ejercido acción sobre cada una de sus operaciones particulares. Se debe, pues, comenzar por el estudio de los datos que se posee acerca del autor y de la composición del documento, con la preocupación de buscar en los hábitos, los sentimientos, la situación personal del autor ó en las circunstancias de la composición todos los motivos que puedan haberle inclinado á proceder incorrectamente ó, por el contrario, á proceder con una corrección excepcional. *Para apereibir estos motivos posibles es preciso que la atención haya sido atraída hacia ellos de antemano.* El único procedimiento es, pues, dar un *cuestionario* general de las causas de incorrección. Se le aplicará á las condiciones generales de composición del documento para descubrir las que han podido hacer incorrectas las operaciones y viciar los resultados...”

β). “La crítica de las afirmaciones particulares no puede hacerse más que por un solo procedimiento singularmente paradójico: el estudio de las *condiciones universales* de composición de los documentos... Se sabe, en general, en qué casos el hombre se inclina á alterar voluntariamente ó á deformar los hechos. Se trata de examinar, en cada afirmación, si se ha producido en uno de los casos en los cuales se puede esperar, según los

hábitos normales de la humanidad, que la operación haya sido incorrecta. El procedimiento práctico será trazar *un cuestionario* de las causas habituales de incorrección."

Cada uno de estos cuestionarios comprende, además, dos series de cuestiones, porque el autor ha podido *mentir ó engañarse*; es preciso saber si es *sincero* (*crítica de sinceridad*) y si es *exacto* (*crítica de exactitud*). La primera serie de cuestiones no es otra que la lista de las intenciones que, en general, pueden arrastrar á un autor á mentir. He aquí los casos más importantes: 1.º, el autor trata de procurarse una ventaja práctica: ha tenido interés en mentir (es el caso de la mayor parte de los actos oficiales); 2.º, el autor ha estado colocado en una situación que le forzaba á mentir; 3.º, tiene simpatía ó antipatía por un grupo de hombres (nación, partido, secta, provincia, ciudad, familia) ó por un conjunto de doctrinas ó de instituciones (religión, filosofía, secta política) que le ha llevado á deformar el hecho de modo que dé una idea favorable de sus amigos y desfavorable de sus adversarios; 4.º, el autor ha sido arrastrado por la vanidad individual ó colectiva á mentir para hacer valer su persona ó su grupo; 5.º, ha querido agradar al público ó, al menos, ha querido evitar oponerse á él; ha expuesto sentimientos é ideas conformes á la moral ó á la moda de su público; 6.º, el autor ha tratado de agradar al público por artificios literarios; ha deformado los hechos para hacerlos más bellos.

"La segunda serie de cuestiones servirá para examinar si hay un motivo para desconfiar de la exactitud de la afirmación. El autor, ¿se ha encontrado en una de

las condiciones que arrastran á un hombre á engañarse? 1.º, el autor ha estado colocado de manera que pudiese observar el hecho y se ha imaginado que lo ha observado realmente; pero no ha podido hacerlo por algún motivo interior del cual no ha tenido conciencia (ilusión ó prejuicio); 2.º, el autor ha estado mal colocado para observar; 3.º, afirma hechos que hubiera podido observar, pero que no se ha tomado el trabajo de mirar; 4.º, el hecho afirmado es de tal naturaleza que no puede haber sido conocido por la observación solamente. Es un hecho oculto ó colectivo.”

Caso de una afirmación de segunda mano ó anónima.—“Estas dos primeras series de cuestiones sobre la sinceridad y la exactitud de las afirmaciones del documento, suponen que el autor ha observado por sí mismo el hecho...” Pero en Historia, la penuria de observaciones directas, aun mediocrementemente hechas, es tan grande que se está reducido en ella á sacar partido de documentos que no querría para sí ninguna otra ciencia... En casi todo documento, el mayor número de las afirmaciones no proceden directamente del autor, sino que *reproducen las afirmaciones de otro.*” Son afirmaciones de *segunda mano*. “Es preciso, pues, cambiar el terreno de la crítica y preguntarse si el autor del dato ha operado correctamente, y, si obtuvo el dato de otro —lo cual constituye el caso más frecuente—, es preciso remontarse, de intermediario en intermediario, hasta llegar al *primero que ha lanzado al mundo la afirmación* y preguntarse si ha sido un observador correcto.” En el caso más frecuente, se llega á una *afirmación anónima* y no queda á la crítica otro procedi-

miento que *examinar las condiciones generales* del documento y de su transmisión, para apreciar su valor. "De todas estas investigaciones generales, la más útil se refiere á la transmisión de las afirmaciones anónimas llamada *tradición (oral ó escrita)*. La tradición oral es, por su naturaleza, una alteración continua. Su forma más frecuente es la *leyenda*: se produce en los grupos de hombres que no tienen otro medio de transmisión que la palabra, en las sociedades bárbaras ó en las clases poco cultivadas, como aldeanos, soldados... Aun después que un pueblo ha salido del período legendario y fijado los hechos por medio de la escritura, la tradición oral no cesa; pero su dominio se restringe, se reduce á los hechos no registrados... Esta es la *anécdota* que se ha denominado *la leyenda de los civilizados*... La regla debe ser *rechazar* toda afirmación de origen legendario... En caso de transmisión escrita es preciso buscar si el autor ha reproducido la fuente de que se ha servido sin alterarla.

d). *Reconstitución de los hechos*.—La crítica de los documentos no proporciona más que elementos aislados. Para constituir con ellos hechos se necesita una serie de operaciones sintéticas que organizan estos materiales aún esparcidos.

1.º Se comienza por *imaginarlos* según el modelo de los hechos que conocemos directamente y que se supone análogos; combinando fragmentos tomados de diversos lugares de la realidad, se trata de obtener la imagen más semejante á lo que habría dado la observación directa del hecho pasado. Esta es la primera operación, indisolublemente ligada, de hecho, con la lectura de los documentos.

2.º Se *agrupa* los hechos así imaginados según el modelo de un conjunto observado en la realidad y supuesto análogo al conjunto pasado. Esta es la segunda operación. Se hace por medio de un cuestionario y conduce á cortar, en la masa de los hechos históricos, trozos de la misma naturaleza, que se *agrupa*, después, entre sí, hasta que toda la historia del pasado esté clasificada en un cuadro universal.

3.º Cuando se ha distribuído en este cuadro los hechos extraídos de los documentos, quedan lagunas siempre considerables y enormes en todas las partes en las cuales los documentos no son muy abundantes. Se trata de cegar algunas de ellas por medio de *razonamientos* á partir de los hechos conocidos...

4.º Aún no se tiene más que una masa de hechos yuxtapuestos en cuadros. Hay que condensarlos en *fórmulas* para tratar de *exponerlos*, deduciendo los caracteres generales y las relaciones. Esta cuarta operación conduce á las conclusiones últimas de la historia y corona la construcción histórica desde el punto de vista científico.

He aquí la parte de arte en los estudios históricos, aquella en la cual, según la expresión de Michelet, la Historia puede ser una *resurrección del pasado*. Pero es preciso que esta resurrección sea una reconstrucción exacta, preparada por todos los procedimientos críticos que acabamos de determinar. Debe ser una verdadera resurrección y no una construcción imaginativa.

Los hechos establecidos, reconstruídos, ordenados y bien situados por el método histórico, nos presentan conjuntos simultáneos y series que evolucionan en la

duración. Estos conjuntos, estas series, constituyen lo que se llama las *instituciones*, que son el verdadero objeto de la Sociología, los hechos de los cuales parte para elevarse á sus *leyes*.

e). *Definición del hecho social*.—¿ Se puede dar una definición más precisa de estos hechos? Toda ciencia debe tener la posibilidad de reconocer fácilmente su objeto. ¿ En qué revelará la Sociología el suyo en medio de los hechos puramente individuales que, necesariamente, se encuentran mezclados por la historia á los hechos sociales propiamente dichos? La generalidad de un hecho en el interior de una sociedad no es lo que puede definirle como hecho social, porque esta generalidad puede resultar de la repetición de accidentes individuales que pertenecerían, más propiamente, al dominio de la Psicología ó al de la historia anecdótica.

Durkheim define el hecho social, y nosotros nos atenemos á esta definición: 1.º, por su *exterioridad*, su *independencia* en relación á las conciencias individuales; se *impone* á ellas, no es creado por voluntades individuales conscientes de esta creación; no depende tampoco de los medios por los cuales se manifiesta en los individuos; 2.º, por la *acción coercitiva*, la *coacción* que ejerce sobre las conciencias individuales en virtud del primer carácter.

C. *Experimentación indirecta en Sociología*.—*Método comparativo*.—En las ciencias sociales, la experimentación parece aún más imposible que en Psicología. ¿ Cómo experimentar sobre una sociedad, suprimir una de sus ruedas esenciales sin causar una revolución espantosa? Una “vivisección social” sería mucho más

peligrosa, en el supuesto de que sea posible, que una "vivisección animal ó humana". Pero las reconstrucciones históricas, el examen de las instituciones, nos proporciona, felizmente, medios desviados para proceder á verdaderas experiencias que fundan nuestras inducciones. Los hechos pasados nos muestran, en efecto, un gran número de casos análogos; estos casos análogos se desarrollan paralelamente, bajo la acción de las mismas condiciones, ó varían en un sentido dado, por la desaparición de elementos determinados. Aquí tenemos todo lo que es necesario para establecer leyes inductivas según los procedimientos del método experimental al cual nos remitimos. En particular, los desarrollos paralelos nos harán ver la acción de las mismas causas, gracias al *método de las variaciones concomitantes* que es el gran método sociológico.

En las sociedades actuales, la *estadística* nos ofrece un medio de seguir la acción de los factores sociológicos. Cuando hay hechos que se presentan siempre en relación constante con otros, que disminuyen y crecen con ellos, es porque están ligados por una relación necesaria de causalidad que se puede formular en una ley científica.

Las principales reglas del método sociológico.—Pero la regla más importante que debe dominar aquí á todas las investigaciones es, si la expresión puede emplearse, la regla de la *positividad*: considerar la Sociología como una ciencia positiva, como una ciencia análoga á todas las demás. La Sociología no puede, pues, desarrollarse sino por la aplicación *exclusiva* del método y de los procedimientos científicos ordinarios en las ciencias de

la naturaleza, es decir, por el razonamiento experimental. Los hechos sociales son hechos naturales. La ciencia sociológica es una ciencia de la naturaleza; tomándola como tal es como se podrá salir de las ideologías vagas que la han reemplazado hasta aquí. La obra será difícil y larga, más difícil y más larga que en cualquier otra parte. No hay que esperar, pues, que se pueda registrar inmediatamente resultados precisos y ciertos. Pero, por esto, no deja de ser urgente dejar los caminos extraviados para no retrasarse más por falta de método.

1.º La regla fundamental del método sociológico consistirá, pues, según la fórmula tan clara de Durkheim, "en tratar los hechos sociales como cosas". Para esto es preciso separar de la ciencia todas las ideas *a priori* que se puede formar ó que la tradición vulgar se forma de estos fenómenos, todas las concepciones individuales, por seductoras que puedan ser. Será indispensable agrupar los hechos según sus caracteres exteriores, muy aparentes y tan *objetivos* como sea posible y no según el resultado de un análisis interno en el cual se arriesgue tomar como realidad común lo que es momentáneo ó parcial, sobre todo, lo que es interpretación personal y hasta lo que puede también ser la interpretación de un espíritu superior. De este modo es como, generalmente, se niega que las sociedades inferiores tengan una moral y una civilización, porque se posee de la moral y de la civilización las ideas especiales propias de las sociedades en las cuales vivimos. Por esto, los hechos deben aislarse, tanto como sea posible, de sus manifestaciones individuales, particulares. Para apreciar el hecho religioso nos esforzamos por ais-

larle de las manifestaciones que le expresan *únicamente* en el católico, en el protestante, en el místico, en el doctrinario, en el sentimental, en el razonador, etcétera;

2.º La segunda regla general —muy importante para las aplicaciones prácticas de la Sociología, por ejemplo, para la Moral— nos exige que, en tanto que sea posible, establezcamos la distinción entre lo normal y lo patológico.

3.º Esta regla implica la constitución de *especies sociales*, porque lo que es normal en una sociedad dada es lo que pertenece al tipo general del cual forma parte esta sociedad. De aquí una tercera gran regla del método sociológico: tratar de constituir tipos sociales. El medio para llegar á esto no consiste en proceder por monografías de sociedades determinadas. Es preciso aplicar un principio general válido de clasificación. Durkheim propone distinguir las sociedades según su *grado de composición*, su complejidad, á partir de las formas más elementales de la vida social: la horda y el clan.

4.º Una vez definidos y clasificados los hechos sociales según las reglas precedentes, se ensayará su explicación de un modo positivo: puesto que los hechos sociales deben ser tratados como cosas, deberán ser explicados como cosas, es decir, se buscará *exclusivamente* sus causas eficientes. Consideremos aquí también las pretendidas causas finales como “vírgenes estériles” según la expresión de Bacon á propósito de la Física. Se buscará estas causas eficientes, primero en los hechos de la misma naturaleza, es decir, en otros

hechos sociales. Querer explicar los hechos sociales directamente por causas psicológicas es confundir dos ciencias bien distintas y volver, casi siempre, al punto de vista finalista propio de todas las ideologías metafísicas, porque es explicar los hechos sociales por una pretendida utilidad individual, como si la vida social estuviese organizada conscientemente por voluntades individuales y para fines particulares. Este punto de vista utilitario ha mostrado, en todas partes, su puerilidad y su insuficiencia. Los hechos sociales exceden las conciencias individuales y, lejos de ser dados por éstas, se imponen, por el contrario, á ellas. En suma, se trata de permanecer fiel á un *determinismo sociológico riguroso*, porque *sin determinismo no hay ciencia*, y se trata igualmente de atenerse al gran principio del determinismo: *á un mismo efecto corresponde siempre una misma causa*.

5.º En este trabajo explicativo se ha visto ya que el método de las variaciones concomitantes será el método por excelencia, como lo es, desde luego, en las otras ciencias; pero en esta de que tratamos es *casi exclusivo*. La razón de esto está, ante todo, en que ese método es el que nos revela más fácilmente el enlace causal de los fenómenos, porque nos los muestra en su reacción recíproca y continua, lo cual excluye la posibilidad de coincidencias accidentales; además, permite el empleo de documentos mejor elegidos y mejor criticados, cosa capital dada la dificultad enorme que presenta el establecimiento crítico y seguro de los hechos históricos. Se necesita, en efecto, observar las variaciones paralelas de dos hechos en un solo caso bien estudiado, mientras que, con los otros métodos, sería preciso buscar las

coincidencias de aparición ó de desaparición de los fenómenos en un gran número de casos. La comprobación experimental, la administración de la prueba, tienen, pues, el mayor interés en ser hechas solamente con la ayuda de este método de las variaciones.

Conclusión.—En resumen, la Psicología y la Sociología deben constituirse como ciencias positivas absolutamente análogas á las otras ciencias de la naturaleza. Y, para esto, los hechos psicológicos y los hechos sociales, deben ser estudiados según los mismos métodos generales y *ser tratados como cosas*.

III. RESULTADOS DEL MÉTODO CRÍTICO: SUS VENTAJAS: EL ESPÍRITU CRÍTICO.

La descripción de las operaciones críticas que preceden al trabajo inductivo “se ha prolongado, porque ha sido preciso describir, una después de otra, operaciones que, en la práctica, se hacen juntas”. Pero el análisis crítico acaba pronto por hacerse instintivo é inmediato; se adquiere para siempre *este modo de proceder espiritual, metódico y analítico, desconfiado é irrespetuoso* que se llama “sentido crítico” y también “espíritu crítico” y que es solamente el hábito inconsciente de la crítica.

Si en relación á los hechos históricos es como se ve, sobre todo, la necesidad de este espíritu crítico *es, sin embargo, la actitud universal que se impone absolutamente* cuando se trata de *establecer hechos*, es decir, al principio de *toda investigación de la verdad*. Solamente que, en las ciencias en las cuales los hechos

se reproducen á voluntad y se prestan por sí mismos al examen más detallado, la crítica se hace casi inmediatamente y siempre con mucha facilidad, aunque se hayan introducido ciertos errores á consecuencia de una observación demasiado poco crítica.

Añadamos que, en toda cuestión práctica, todas las veces que tengamos que interpretar hechos ó documentos (los actos de un hombre, por ejemplo, las piezas de un proceso) la *honradez* más elemental nos invita á aplicar en grande los procedimientos de crítica que acabamos de establecer.

Cualquiera que sea la amplitud de estas operaciones no será nunca excesiva para la comprobación cuidadosa de la verdad.

El espíritu crítico es la condición necesaria del método racional y del libre examen y, por esto, la condición necesaria de la ciencia y de la sinceridad. Consiste en tomar todas las precauciones para evitar ser engañado ó engañarse y para alcanzar la verdad *cualquiera que sea*, sin dejarse extraviar por las apariencias, las ilusiones, los prejuicios, las autoridades tradicionales y, sobre todo, por la parcialidad.

CAPITULO XI

El error y la verdad.

1. *Definiciones preliminares y posición de los problemas.* — II. *Las diferentes clases de errores.* — *Errores de los sentidos, de razonamiento, de juicio; todos son reductibles al «error del juicio».* — III. *La naturaleza lógica del error consiste en una relación falsamente establecida por el espíritu; no procede de las cosas.* — IV. *Los medios de evitar el error:* 1.º, *en la expresión por la Lógica formal;* 2.º, *en el establecimiento de los hechos;* 3.º, *la inducción;* 4.º, *la deducción,* — *por el hábito de los métodos científicos.* — V. *La naturaleza lógica de la verdad.* — *Los criterios (autoridad, sentido común, consentimiento universal, imposibilidad de concebir la negativa (Spencer), evidencia (Descartes).* — *Indicaciones relativas á una solución práctica.*

I. DEFINICIONES PRELIMINARES Y POSICIÓN DE LOS PROBLEMAS.

Se llama certeza al estado subjetivo de un hombre que cree hallarse en posesión de la verdad. Lo mismo se puede estar cierto de una afirmación errónea que de una afirmación verdadera: durante largo tiempo han estado ciertos los hombres de que el sol giraba en torno de la tierra, de que el rayo era algo animado, etc.

Comúnmente se define la verdad como la conformidad del pensamiento con las cosas y el error como el

desacuerdo de nuestro pensamiento con las cosas. Ejemplo: era un error creer al aire imponderable, porque eso era formarse del aire una representación mental que no concuerda con la cosa. Desde que se ha pesado el aire se puede decir que forma parte de los cuerpos pesados.

El hombre no está siempre cierto; duda, y, cuando duda, valúa las probabilidades que tiene de hallarse en posesión de la verdad ó en el error. En lugar de considerar que su afirmación es verdadera ó falsa, considera que es más ó menos *probable*. Al contrario del error y de la verdad, la probabilidad admite grados. En gran número de casos se puede valuar la probabilidad hasta matemáticamente (cálculo de probabilidades). Así se estima el número de las probabilidades de verdad y de error.

Se distingue también la *verdad absoluta* y la *verdad relativa*. La *verdad absoluta* sería la verdad independiente de toda condición, válida para todos los seres, en todos los tiempos y en todos los lugares (necesaria, eterna y universal). La *verdad relativa* será, por el contrario, la verdad bajo ciertas condiciones. Dado el movimiento de la tierra, es verdad que se ve cambiar de lugar á las estrellas. Comúnmente, la expresión *verdad relativa* se emplea para designar la verdad que depende de nuestra constitución humana y no es, por consiguiente, válida más que para nosotros (doctrina de la relatividad del conocimiento).

El problema de la certeza es muy complejo. Supone una parte psicológica: descripción del estado de certeza y del estado de duda, del sentido psicológico de las

palabras verdad y error, condiciones generales del conocimiento (teoría de la percepción y del juicio); una parte metafísica: ¿es el hombre capaz de conseguir la verdad y cuál es el valor de lo que llama verdad (teoría del conocimiento); un problema moral (valor moral de la investigación de la verdad); por último, una parte lógica que nos interesa más especialmente aquí.

El problema lógico de la certeza puede formularse así: dada una organización psicológica, cualquiera que sea, y el valor metafísico ó moral de la verdad, cualquiera que sea este valor, es decir, aceptando el sentido usual de las palabras, dados la certeza, el error y la verdad, ¿en qué consiste la verdad y en qué signos la reconoceremos? Nosotros nos colocamos desde un punto de vista puramente práctico y humano.

II. LAS DIFERENTES CLASES DE ERRORES.

La Lógica distingue, comúnmente, los errores de percepción ó errores de los sentidos, los errores de juicio y los errores de razonamiento.

1.º *Errores de los sentidos*.—Comprenden: las ilusiones, que son errores cometidos por alguien capaz de rectificarlos, y las alucinaciones, que no son sino ilusiones que hace imposibles de rectificar el estado del sujeto. Ya Epicuro había hecho notar que los sentidos no nos engañan; nos dan siempre lo que deben darnos, dadas las circunstancias en que se ejercitan. El error no comienza más que cuando interpretamos sus datos. El error de los sentidos proviene de que la percepción no es simple, sino que resulta de una construcción del

espíritu, es decir, de *relaciones añadidas por el espíritu* á los datos sensibles y de una *afirmación* hecha con motivo de estas relaciones. Pero la función psicológica que consiste en afirmar relaciones es el juicio. Todo error de los sentidos es, pues, un error de juicio.

2.º *Errores de razonamiento*.—Razonar es afirmar la necesidad de una relación entre dos ideas por medio de muchos juicios. Así, pues, todo razonamiento es, siempre, una serie de juicios, un paso de unos juicios á otros. El error del razonamiento no es, pues, en realidad, más que un error cometido en uno de los juicios que han servido para establecer el razonamiento.

III. NATURALEZA LÓGICA DEL ERROR.

De aquí resulta que el error es siempre cosa *nuestra*. Procede de lo que nuestro espíritu añade á las cosas cuando trata de conocerlas. Por lo mismo que nuestras representaciones pueden ser libremente descompuestas y combinadas gracias á la imaginación, podemos imaginar una infinidad de relaciones entre los datos que nos presenta nuestra conciencia. Pero estas relaciones no están todas realizadas en la naturaleza. Por consiguiente, pueden estar en desacuerdo con las cosas.

3.º *Errores de juicio*.—La raíz del error está siempre, pues, en un juicio, es decir, en la afirmación de una relación entre dos hechos ó entre dos ideas, ó sea, dicho de una manera más general, en una atribución á un sujeto que no admite ésta atribución.

El error no tiene, pues, nada de *positivo*, como dicen los filósofos, es decir, no procede de la naturaleza

del objeto. No se impone á nuestro pensamiento desde el exterior; no tiene, en sí mismo, nada de fatal ni definitivo; no es un principio objetivo contra el cual nada podamos hacer como creen algunos filósofos pesimistas y escépticos. Nada autoriza á afirmar que nuestro pensamiento es el juguete de las cosas, que, en sí mismas, no podrán ser nunca conocidas. Desde el punto de vista lógico, el error consiste en pensar mal lo que es y no en pensar lo que no es. Como dicen la mayor parte de los filósofos actuales, el error es un defecto, una falta, un conocimiento insuficiente, incompleto.

Así, pues, basta tomar ciertas precauciones para evitarlo. Bien entendido que no prejuzgamos nada acerca de la cuestión metafísica del valor de los datos entre los cuales establecemos relaciones, es decir, de la existencia de las *cosas*. Este valor lo tomamos en Lógica por concedido.

Tomamos estos datos sin criticarlos, en su sentido usual y práctico, y no nos preocupamos más que de las relaciones que establece el espíritu entre estos datos, siendo éstos la referencia última á la cual se podrá remitir la Lógica y el conocimiento humano.

Estas conclusiones sobre la naturaleza del error son el término natural de las conclusiones de nuestros estudios psicológicos sobre el juicio. El juicio es una facultad de adaptación. La verdad es la adaptación definitiva y completa respecto á un objeto de conocimiento. El error es la inadaptación. Pero la inadaptación no es irremediable. Por el contrario, lleva, por sí misma, hacia la adaptación. Desde este punto de vista se puede notar que todo error encierra en sí mismo elementos

de verdad. Porque la relación que establece no puede ser absolutamente independiente de los hechos entre los cuales se establece. ✧ ✧

IV. ✧ MEDIOS DE EVITAR EL ERROR.

Para evitar el error se trata, pues, de no afirmar jamás entre las cosas más que relaciones convenientes. Las precauciones que hay que tomar varían según las operaciones lógicas que empleamos; estas operaciones son el establecimiento de los hechos, la inducción, la deducción; se corresponden con los tres grandes métodos científicos. Además, como todo razonamiento ha de ser expresado, algunos errores pueden ser introducidos por los medios de expresión.

1.º Los errores que se introducen por los medios de expresión los evitaremos observando rigurosamente las reglas de la Lógica formal. Hay que notar también que, dado que el lenguaje no es una construcción científica, sino una resultante de hábitos inconscientes, se presta fácilmente al error por la ambigüedad de los términos. Es lo que se llama el *equivoco*. El medio de evitarle es definir los términos de un modo preciso y permanecer fiel á esta definición en todo el curso del razonamiento.

2.º *Establecimiento de los hechos*.—La crítica histórica nos proporciona las principales reglas que hay que observar para establecer los hechos. Hay que seguir especialmente las reglas de la crítica del testimonio, la regla del contexto, que nos prohíbe interpretar aisladamente una frase tomada de las palabras ó de los

escritos de un hombre, porque se puede interpretar esta frase refiriéndola á ideas que no tienen nada de común con las ideas de este autor.

3.º *Errores de inducción*.—Consisten siempre en fundar sobre un hecho accidental una ley general ó en limitar una ley con ayuda de una consecuencia accidental: creer que un hecho es causa de otro porque le ha precedido una vez (supersticiones).

4.º *Error de deducción*.—1.º, la ignorancia del asunto, mediante la cual se prueba otra cosa distinta de lo que está en cuestión; 2.º, la petición de principio, que consiste en apoyarse, para resolver la cuestión, en lo que está en cuestión; 3.º, el círculo vicioso, que consiste en volver en la conclusión á la premisa. En estas dos últimas clases de error, el remedio consiste, evidentemente, en la observancia escrupulosa de los métodos experimentales y de las reglas de la demostración.

V. NATURALEZA LÓGICA DE LA VERDAD.

Tenemos dos grandes procedimientos para establecer la verdad: la inducción y la deducción. La verdad establecida por inducción se llama *verdad empírica*. La verdad establecida por deducción se llama *verdad racional*. En el primer caso hay verdad cuando nuestra conclusión está conforme, en todos sus puntos, con lo que nos ofrece la experiencia. En el segundo caso, hay verdad cuando hemos permanecido absolutamente *consecuentes con nosotros mismos*, es decir, cuando no hemos puesto nada en nuestras conclusiones que no pueda ser enlazado á las premisas por una serie de identidades.

Es evidente que nuestro espíritu se satisface, sobre todo, con la verdad racional: está seguro de evitar el error si no ha procedido más que por identidades. En la verdad empírica, por el contrario, como hemos visto á propósito de la inducción, no estamos jamás seguros de que una experiencia futura no vendrá á contradecir las experiencias pasadas. Por esto se trata de fundamentar las inducciones reduciéndolas progresivamente á deducciones y trasformando así la verdad empírica en verdad racional.

Se llega á esto descubriendo leyes cada vez más generales, de tal manera que las leyes particulares que se establecían primero empírica é inductivamente, se deducen después, de un modo racional, de estas leyes generales. Pero es fácil ver que, por este procedimiento, no se llegará jamás á establecer racionalmente todas las verdades, puesto que las verdades muy generales, de las cuales parte, serán siempre verdades empíricas.

Así, en todo tiempo, los filósofos han buscado lo que llaman el criterio de la verdad ó de la certeza; por este criterio entendían un signo mediante el cual se reconociese, de un modo indubitable, la verdad de una proposición tomada aisladamente y que fundase nuestra certeza de un modo inquebrantable.

Se ha propuesto un gran número de criterios:

1.º La *autoridad* ha sido el criterio más admitido en la Edad Media. Consistía en tomar ciertas afirmaciones por verdades inquebrantables, según la calidad de los que las habían sostenido. Este criterio no es aceptable más que si se funda la autoridad sobre el derecho divino y se considera que Dios ha revelado la verdad



directamente en ciertos textos, ó indirectamente, á ciertas inteligencias. Si no se acepta este fundamento divino, el criterio no tiene importancia alguna, porque habrá que saber en quién estará la autoridad;

2.º Un segundo criterio es el del *sentido común*. Pero el sentido común, ó se confunde con la razón, en cuyo caso se reduce á otro criterio que examinaremos inmediatamente (el de la evidencia), ó consiste en el consentimiento universal;

3.º *El consentimiento universal*.—Supone que hay verdades acerca de las cuales todo el mundo está de acuerdo. Si se considera el consentimiento universal como una comprobación de hecho, es fácil ver que el hecho es imposible de comprobar. Y, en todo caso, dado un hecho, no fundaría más que una verdad empírica. ¿Quién nos asegura que mañana no será destruido este consentimiento universal?

Si se le considera como la consecuencia de la identidad psicológica de todos los hombres, vamos entonces á parar á los criterios racionales que examinamos á continuación.

4.º *Criterio de la imposibilidad de concebir la negativa (Spencer)*.—Todo aquello cuyo contrario es inconcebible es verdadero. Es cierto que las cosas que nos parece que no pueden ser de otro modo que como son, en una palabra, que nos parecen necesarias, poseen una gran garantía de verdad: necesidad y verdad pueden ser consideradas como sinónimas. Pero la cuestión consiste en saber si podemos tomar algunas veces por necesario lo que no lo es. Esta es la objeción que hace Stuart

Mill. Hubo un tiempo en el cual era inconcebible que hubiese hombres en los antípodas.

Spencer ha respondido distinguiendo lo inconcebible y lo increíble: lo increíble es lo lejano de la experiencia y lo inconcebible es lo contrario al pensamiento.

Pero, para saber que lo contrario de una afirmación es imposible pensarlo, es preciso haber *demostrado* esta afirmación. La cuestión queda, pues, íntegra, puesto que, en este momento, buscamos un criterio que nos permita reconocer la verdad de los principios de la demostración, dado que la Lógica admite, sin duda alguna, la verdad de todo lo que está demostrado.

5.º *Criterio de la evidencia (Descartes y Spinoza).*

—No nos queda, pues, más que un camino para encontrar un criterio: considerar en sí mismas y aisladamente las proposiciones de las cuales tenemos necesidad para asegurar toda nuestra ciencia. Si podemos descubrir en la proposición misma un signo de su veracidad, tendremos resuelta la cuestión; en caso contrario, es insoluble. Descartes y su escuela han creído que existía este signo proporcionado por la proposición misma. Resucitaban, en el fondo, la teoría de Platón y de Aristóteles, según la cual, nuestro espíritu, es capaz de sorprender, por una intuición directa, la esencia de las cosas, de tener un conocimiento exacto de ellas. Solamente que reducían esta facultad de intuición á *las verdades primeras*; es decir, á los principios necesarios y suficientes para fundar una ciencia universal. Según los cartesianos, la verdad de una de estas proposiciones se impone siempre á nosotros con tal fuerza que, cualquiera que sea nuestra voluntad de dudar, esta voluntad se ve obligada

á inclinarse y á adherirse con todo su poder á tal proposición (*Verum index sui*).

Toda la cuestión depende de saber si se puede encontrar proposiciones de este género.

Los juicios analíticos, en los cuales el atributo se saca directamente del sujeto, responderían á la cuestión, á condición de que fuesen puestos por el espíritu *a priori*. Para admitir el criterio de Descartes sería preciso, pues, admitir que nuestro conocimiento descansa sobre principios *a priori*, independientes de la experiencia, lo cual es una opinión metafísica, es decir, una creencia muy discutible.

Conclusiones: indicaciones relativas á una solución posible.—Pero *prácticamente*, no especulativamente. ¿no puede la experiencia ser la garantía de sí misma, bajo ciertas condiciones, con tal que no se pretenda alcanzar verdades que excedan la experiencia?

Parece que sí. La comprobación experimental —la proposición establecida, con la observancia rigurosa de los métodos científicos— no puede ser seriamente puesta en duda.

En efecto: la experiencia nos pone, por sí misma, en frente de resultados constantes. En último término, ¿no se puede decir, como enseña la Psicología, que la repetición *constante* de estas experiencias determina en nuestra organización mental hábitos *indisolubles* de adaptación? Es cierto que encontramos, en los principios sobre los cuales descansan nuestras diferentes ciencias, hábitos de este género. El hecho de que estos hábitos hayan podido ser contraídos es la prueba de que responden á algo verdadero, es decir, á algo que existe

objetivamente y que no podría producirse de otro modo que por estos hábitos, dada nuestra organización mental.

Por otra parte, la experiencia nos muestra también, *constantemente*, la posibilidad de reducir ciertas leyes á otras más generales, de tal manera que, al fin, nuestros conocimientos se organizan, en cada ciencia, en un sistema que se *deduce* de los principios de los cuales acabamos de hablar y tiene tanto valor como ellos.

Por último, en las relaciones constantes que constituyen estos principios, la experiencia acaba, en general, por mostrarnos que, uno de los términos de la relación, se reduce al otro y es su *transformación ó resultante*. En suma, la relación se convierte en una identidad directamente comprobada *de hecho*, en una especie de intuición experimental.

Si todas nuestras leyes científicas pudiesen deducirse las unas de las otras y, todas ellas, de relaciones fundadas sobre intuiciones experimentales de este género; si pudiésemos reconstruir todos los fenómenos á partir de datos inmediatos de la experiencia sensible, nuestras ciencias se convertirían en sistemas plenamente inteligibles y satisfactorios para la razón. Si, por ejemplo, en Física, llega la teoría atómica, como parecen hacerlo creer algunas experiencias recientes acerca de los corpúsculos eléctricos, á mostrarnos experimentalmente los elementos, de la combinación de los cuales resultarían los fenómenos físicos, entonces, todas las leyes físicas se *deducirían* de las relaciones que definen estos elementos. Si, *actualmente*, nada autoriza á afirmar la posibilidad de realizar este ideal lógico, nada autoriza tampoco á negarle. No hace más que formular

en un sentido más positivo, más experimental y más concreto la teoría racionalista y dogmática de Descartes.

Prácticamente y desde un punto de vista psicológico y lógico, las proposiciones que son la expresión de experiencias siempre confirmadas hasta el presente, sin excepción, son verdaderas, en todo el rigor del término, para todos los pensamientos humanos. Mejor aún, pueden ser consideradas como la única fórmula posible, en el pensamiento humano, de lo que existe objetivamente.

Prácticamente al menos, la experiencia, con las precauciones científicas ordinarias, nos da un método válido de conocimiento objetivo; en todo caso, el único método que ha dado resultados innegables, sobre todo, si se piensa que, por sí mismo, *corrige*, con tal de que sea seguido *fielmente*, las interpretaciones demasiado precipitadas á que pueda llegar nuestro espíritu por las ideas *a priori* que puedan mezclarse á la aplicación de este método.

Nota muy importante.—Pero, para comprender el espíritu con el cual proponemos esta idea general, *importa extraordinariamente* que prestemos atención á los dos puntos siguientes:

1.º Es completamente necesario que, en la aplicación del método experimental, nos mostremos constantemente dispuestos á revisar los resultados mediante él obtenidos. Estos resultados no son más que piedras miliarias que se van colocando en el camino de la verdad, etapas que conducen hacia *una verdad cada vez mayor*. La ciencia se mantiene constantemente sobre el terreno del espíritu crítico y del libre examen. No es otra

cosa que este espíritu crítico y este libre examen en acción. Lo que nos proponemos, pues, es aplicar *siempre y en todas partes, á todas las cuestiones*, el método científico, es decir, *el estudio de los hechos*, su estudio imparcial, sin idea preconcebida ni fin interesado, y la *crítica* (la comprobación racional y experimental, con toda libertad, pero también sin *parti pris* alguno) *de las conclusiones de este estudio*.

2.º No hay que olvidar tampoco que *no hacemos más que proponer* estas conclusiones. Como se acaba de ver, la esencia misma del método científico consiste en dejar las cuestiones siempre *abiertas* á estudios complementarios. Luego, si nuestra convicción personal es que éste método es el único que permite alcanzar algunas verdades, esta convicción, hay que proclamarlo muy alto, no es, en el estado actual de las cosas, más que una *convicción*. Fieles al espíritu del método científico mismo, que postula *la más completa libertad de pensar*, debemos dejar el campo libre á los otros esfuerzos, con tal que se hallen siempre dispuestos á inclinarse ante un hecho comprobado. Sabemos muy poco para que miremos como nocivo ó inútil que, tendencias y sentimientos íntimos, diferentes de los nuestros, busquen por otros caminos su satisfacción. La ciencia tiene el derecho de criticar estas ideas con toda independencia; pero tiene también el deber de dejarse criticar, si la crítica es leal y sincera. La ausencia ó la restricción de los derechos de la crítica ó del pensamiento sería el mayor ataque posible contra el método científico mismo.

CAPITULO XII

Teoría del conocimiento.

PRIMERA PARTE: *Realidad del mundo exterior y valor de la ciencia: Preliminares: Definición de la Metafísica: A, Su objeto. B, El método. C, División.*—I. *Definición y utilidad de una teoría del conocimiento.*—II. *La realidad del mundo exterior. Valor del conocimiento sensible: A, Dogmatismo, materialismo y espiritualismo; a), histórico; la creencia primitiva del sentido común; b), falta de realidad del mundo exterior tal como le percibimos; c), teoría de las percepciones simples é inmediatas; d), cualidades segundas y cualidades primeras; e), las percepciones inmediatas, simples, objetivas, reducidas á la impenetrabilidad y á la extensión. B. Escepticismo; idealismo: a), subjetividad de la extensión: 1.º, crítica antigua; 2.º, crítica moderna; 3.º, teoría de Kant, idealidad del espacio; 4.º, resultados de la Psicología experimental; b), subjetividad de la noción de resistencia. C. Conclusión. Relatividad del mundo exterior tal como nos lo ofrece la percepción.*—III. *Valor de la ciencia. Problema de la certeza: A. Dogmatismo: teoría de la certeza absoluta por la evidencia. Crítica. B. Teoría escéptica. La certeza referida á la creencia subjetiva. C. Relativismo y racionalismo fenoménicos: a), la certeza no puede existir más que en el dominio de lo relativo y del fenómeno; b), en este dominio hay una certeza racional. D. Indicaciones relativas á una conclusión propuesta: Realismo positivo.*

PRELIMINARES: DEFINICIÓN DE LA METAFÍSICA

Como toda investigación especulativa, la Metafísica se define, á la vez, por su objeto y por su método.

A. *Su objeto*.—Si se considera que la ciencia es incapaz de satisfacer por sí misma toda nuestra curiosidad, nuestra necesidad de conocer y de saber; si se encuentra que sus afirmaciones son y serán siempre *relativas y parciales*, quedará, fuera de la ciencia, un cierto número de cuestiones por estudiar y por resolver.

Estas cuestiones se referirán á *lo que existe en general*, á la *naturaleza última* y el destino de toda existencia, á la posibilidad de contemplar, en cierto modo, la realidad frente á frente, sin alteración ni equivocación. ¿En qué consiste la *realidad* y, para emplear los términos técnicos, el *Ser*, lo *absoluto* ó la *sustancia*, es decir, el *fondo último de todo lo que existe ó puede existir*?

Así, la *Metafísica*, nombre que recibe esta última investigación, se define como la ciencia del *Ser* ó de lo *absoluto*.

Entiéndase bien, que la palabra *ciencia* no debe crear en este caso un equívoco. No se trata aquí de la ciencia en el sentido propio de la palabra, es decir, de la *investigación de la verdad por el método experimental y racional*. La Metafísica es una especulación filosófica; la más atrevida de todas. Si la Filosofía se sitúa sobre un terreno en el cual es imposible la experiencia científica, por la naturaleza misma de las cuestiones que examina y el punto de vista en el cual se coloca, la Metafísica, al ocuparse de las conclusiones últimas á las cuales podría aspirar la Filosofía, según su definición tradicional, se encuentra, por esto mismo, lo más lejos posible de la experiencia y de la comprobación. En el conjunto de *hipótesis* que forman la Filoso-

fía, comprende las *hipótesis más aventuradas*, las que ofrecen, necesariamente, una probabilidad mínima.

B. *El método*.—Desde luego, en este estudio, el método, *a priori*, no podrá ser sino el método filosófico ordinario, la *reflexión*, es decir, puras deducciones del pensamiento lógico, que tienden solamente á ser lo más lógicas, lo más racionales que sea posible, puesto que no cabe una comprobación satisfactoria. En las especulaciones morales, por ejemplo, si el que estudia se aleja del dominio científico, al menos parte directamente de los resultados obtenidos en este dominio. En Metafísica se avanza más aún en lo desconocido. Sólo la reflexión puede, pues, ser empleada. Los hechos apenas sirven más que de ejemplos ó de indicaciones acerca de la verosimilitud de la hipótesis enunciada.

La Metafísica se mueve fuera de los hechos, en el círculo del pensamiento puro; y todo lo que debe exigir es que este círculo no exceda al de la *razón lógica* y no admita, por la invasión del *sentimiento* ó de la *autoridad*, un mayor número de probabilidades de error. Al menos, con la razón rigurosamente lógica, se permanece en la esfera de lo posible, ya que no de lo real, y se evita la extravagancia y el absurdo.

Apresurémonos á hacer constar que, tal vez, ninguna de las soluciones propuestas por los numerosos sistemas metafísicos, es rigurosamente lógica. Ya veremos que esto es lo que en realidad sucede y que deberemos contentarnos con establecer las tesis diferentes, sin que podamos inclinarnos hacia alguna de ellas, á no ser por gusto personal ó por una mayor apariencia de verosimilitud. Y se debe conservar siempre una am-

plia tolerancia para con todas las demás, guardando esa actitud de *duda metódica* propuesta por Descartes, á la cual debe atenerse la razón, en tanto que no pueda decidir con claridad.

Apenas es necesario decir que, las investigaciones metafísicas, son las más difíciles, las más abstractas, las más complejas de todas; *exigen el máximum de esfuerzo y de madurez. En una exposición elemental apenas si puede ofrecerse otra cosa que algunas indicaciones históricas y algunas notas críticas necesarias para reflexiones ulteriores.*

C. *División de la Metafísica.*—La Metafísica, partiendo del análisis reflexivo de *todos* nuestros conocimientos y de los procedimientos por los cuales son adquiridos, trata de llegar á una concepción de la *realidad*, del *ser*, de la *substancia* ó de lo *absoluto*, palabras sinónimas que significan la naturaleza fundamental de todo lo que existe.

Los principales problemas que trata pueden clasificarse del modo siguiente: 1.º, problemas concernientes al valor de nuestros conocimientos (*teoría del conocimiento*); 2.º, problemas concernientes á nuestra actividad práctica (*teoría de la acción*, cuyo centro es la *teoría de la libertad*); 3.º, problemas concernientes á la naturaleza y al origen de las cosas: *materia, alma, Dios*.

I. DEFINICIÓN Y UTILIDAD DE UNA TEORÍA DEL CONOCIMIENTO.

Se llama teoría del conocimiento un conjunto de especulaciones que tiene por objeto asignar el valor y los

limites de nuestros conocimientos. En cierto modo, la Metafísica está subordinada á la teoría del conocimiento, puesto que no nos será permitido buscar la naturaleza de las cosas más que si es posible conocerla. Y, aún, si es posible conocerla, no la conoceremos más que hasta el punto que haya fijado la teoría del conocimiento.

La teoría del conocimiento tiene una utilidad especulativa general, porque no concierne solamente á la posibilidad de la Metafísica, sino también á la posibilidad de toda ciencia y de todo conocimiento. La percepción exterior ¿nos hace conocer el mundo exterior? La percepción interna ¿nos hace conocer el alma? ¿Hasta qué punto podemos considerar estos conocimientos como exactos y completos? La ciencia ¿es susceptible de darnos conocimientos reales? ¿Hasta qué punto penetran estos conocimientos en la naturaleza de las cosas? He ahí cuestiones que dependen también de la teoría del conocimiento y que, por lo demás, deben ser resueltas para que podamos resolver la cuestión más general y completamente metafísica de la naturaleza de las cosas.

Hemos dicho que la teoría del conocimiento tiene una utilidad *especulativa*. En efecto, no tiene utilidad *práctica*. No hay que creer que, porque esta teoría resolviera negativamente la posibilidad de un conocimiento exacto y real, nuestra percepción y nuestra ciencia perderían su valor práctico.

Es, simplemente, de buen sentido, que nuestra percepción y nuestra ciencia continuarían prestándonos los mismos servicios que durante el pasado. En su propio terreno, ni la percepción, ni la ciencia tienen para qué cuidarse de las conclusiones de una teoría del conocimiento.

Se desarrollan y se critican ellas mismas y para su utilidad práctica. Hay una crítica positiva del testimonio á propósito de la percepción; hay un método científico que procede de una Lógica positiva y trabajos de los sabios hechos con este objeto. Sus resultados permanecen inatacables para el hombre desde el punto de vista práctico y, por consiguiente, son completamente válidos, cualesquiera que sean las conclusiones de la teoría metafísica del conocimiento.

Cuando tratamos de formarnos, teóricamente, una idea completa de nuestra naturaleza, del destino del mundo, de nuestro destino, del porqué y del origen primero de las cosas, de su fin último, de su esencia real, en una palabra, cuando estudiamos Metafísica, es cuando sentimos la necesidad de una teoría del conocimiento y cuando importan sus conclusiones. En efecto, queremos apreciar en valor absoluto y no en valor relativo y humano el conjunto de nuestros conocimientos.

Desde luego, decir que la teoría del conocimiento no tiene más que una utilidad especulativa y no tiene utilidad práctica, no es aminorar el interés de la teoría metafísica del conocimiento. Saber qué valor intrínseco y absoluto puede tener lo que tiene un valor práctico innegable es una cuestión que nuestra curiosidad tiene el derecho de plantearse. Por otra parte, es preciso notar que, desde el punto de vista de nuestro destino, las conclusiones de una teoría del conocimiento pueden ser muy importantes, porque podría ser, según estas conclusiones, que lo que tiene, para nuestra vida ordinaria, un valor práctico, no fuese en sí sino de un pe-

queño valor. Entonces, por encima de nuestra vida práctica, tendríamos que mirar nuestro verdadero destino. Este no tendría nada de común, ó tendría muy poco, con nuestro destino aparente.

En efecto, la teoría del conocimiento puede aportarnos una de las conclusiones siguientes:

1.^a Nuestro conocimiento tiene un valor absoluto y sin límite, primero por la percepción, después por la ciencia que precisa nuestra percepción, por la reflexión racional y, en último término, si se admite que ésta añade algo á la ciencia, podremos conocer el universo en toda su profundidad, conoceremos el término cierto de nuestro destino y seremos capaces de apreciar y dirigir nuestra vida consciente en relación á ese término. Los sistemas de Spinoza y de Hegel no están muy lejos de este género de conclusiones que constituyen el *dogmatismo*;

2.^a Pero si encontramos, por el contrario, que nuestro conocimiento tiene límites, ya en extensión, ya en profundidad, concluiremos que nuestro destino no será jamás regulado completamente según nuestro saber. Ignoraremos siempre y habrá que resolverse á esta ignorancia ó contentarse, al menos, con hipótesis más ó menos probables. Este es el relativismo;

3.^a Por último, la teoría del conocimiento puede también concluir que, nuestros conocimientos, en el sentido propio de la palabra (percepción ó ciencia), no tienen más que un valor práctico, que nuestra razón no es más que un instrumento cómodo. Por otros caminos podremos entrever nuestro destino. La certeza será extraña á la ciencia; no podrá ser ofrecida más que por

la revelación y por la fe ó de un modo místico. El sentimiento se opondrá entonces al conocimiento, á la razón y aun será declarado superior al saber. Tales son las doctrinas *místicas*, *fideístas* ó las de las *religiones reveladas*;

4.^a En cada una de estas grandes corrientes, pueden manifestarse aún opiniones diferentes. Por ejemplo, se puede oponer la percepción á la ciencia; subordinar la primera á la segunda ó la segunda á la primera; pretender que existe otro género de conocimiento (la intuición espiritual ó la reflexión) y subordinar los otros géneros á éste ó inversamente.

En cada uno de estos casos se ofrecen de un modo especial nuestras ideas especulativas generales sobre el universo y sobre nuestro destino. Nos darán ideas muy desemejantes de nuestra misión y del lugar que ocupamos en el universo, de lo que creemos que debemos hacer. Con esto se ve la importancia de una teoría del conocimiento; pero se ve también que, esta importancia, dejará intactas nuestra vida ordinaria y la utilidad puramente práctica de los géneros de conocimiento cuyo valor haya criticado y cuyo alcance haya limitado.

II. LA REALIDAD DEL MUNDO EXTERIOR. VALOR DEL CONOCIMIENTO SENSIBLE.

A. *Dogmatismo (materialismo y espiritualismo tradicionales)*. a). *Histórico: la creencia primitiva del sentido común*.—La creencia en el mundo exterior, tal como nos la revela la percepción, es una de las más na-

turales. Es la posición más simple. La Psicología nos enseña, en efecto, que la percepción externa es la organización más inmediata y la más primitiva del conocimiento. Precede á la percepción distinta de nuestra personalidad y parece siempre más precisa y más definida. Creemos en la existencia de las cosas antes de adquirir una clara conciencia de la nuestra. Sin embargo, esta creencia ha sido una de las primeras que se ha sometido á la crítica y que se ha puesto en duda. Religiones muy antiguas, como el Budismo, declaran expresamente que no es sino una ilusión: que es un velo que oculta la verdad. La filosofía griega, con los pitagóricos, los eleatas, los nuevos jónicos, los sofistas, busca la *existencia real* fuera de los datos sensibles. Y á partir de este momento, una de las teorías mejor establecidas de la filosofía afirmará que estos datos no traducen inmediata y exactamente la realidad.

b). *La falta de realidad del mundo exterior tal como le percibimos.*—Para exponer las razones casi *irrefutables* que militan en favor de esta tesis no tenemos más que tomar por argumento la *psicología de la sensación, de la percepción externa y de la imaginación*. Resumámoslas:

1.º La percepción exterior es el resultado de una construcción del espíritu cuya elaboración se hace por procedimientos únicamente subjetivos.

2.º Las numerosas ilusiones de los sentidos, el ensueño, la alucinación, muestran que los productos de la imaginación se confunden perpetuamente con los de la percepción; al principio de la vida psicológica todo es tomado por una realidad externa. "La percepción exte-

rior no tiene, pues, nada que la distinga de la alucinación”.

c). *Teoría de las percepciones simples é inmediatas.*—Pero, al lado de las *percepciones adquiridas ó complejas*, que son el producto de una *elaboración subjetiva* ilusoria, ¿no hay *percepciones inmediatas ó simples* que son los datos distintos de los sentidos, las copias ciertas de la realidad? Reid y la escuela escocesa admitían que hay una *sugestión inmediata* del objeto por la sensación. Hamilton comenta esta idea tratando de establecer que la sensación, al mismo tiempo que es un estado subjetivo, tiene un aspecto objetivo ligado al primero tan estrechamente como el reverso de una medalla lo está al anverso. En suma: á la sensación misma se le dota de caracteres de realidad y de objetividad.

La crítica es fácil: la sensación, según las condiciones fisiológicas, es el resultado de una excitación física completamente diferente, en naturaleza y en grado, del estado de conciencia que suscita; todas nuestras sensaciones corresponden á movimientos vibratorios. La ciencia nos enseña que la sensación no traduce más que un pequeño número de estos movimientos entre todos los que se producen. Las leyes de Fechner y Weber muestran que, esta traducción misma, es inexacta. En fin, según estas condiciones psicológicas, la sensación es esencialmente *subjetiva y relativa*.

d). *Cualidades segundas y cualidades primeras.*—Se restringe entonces de nuevo, bajo el impulso de los hechos, la parte de lo inmediato y de lo simple. Se distingue entre las *percepciones simples* las *cualidades*

segundas y las *cualidades primeras*. Las *cualidades segundas* son los colores, los sonidos, los sabores, etc., que no se puede atribuir á las cosas mismas. Las *cualidades primeras*, por el contrario, se reducen á la *resistencia* y á la *extensión*; no se puede despojar de ellas á los cuerpos exteriores sin ver que se desvanecen.

e). *Las percepciones inmediatas, simples, objetivas, reducidas á la impenetrabilidad y á la extensión.*— En este punto es donde el dogmatismo trata de recuperar sus ventajas, bajo una forma más sutil y, á primera vista, más aceptable. Los diferentes datos que nos presenta la sensación no son todos del mismo orden: la *extensión* y la *impenetrabilidad* serían como la tela que las *cualidades segundas*, puras apariencias, vendrían á recubrir con sus colores y con sus sombras.

1.º Descartes y los *cartesianos ortodoxos*, después Newton, Clarke, han mantenido la realidad de la *extensión*. Es la sustancia de la cual están formados todos los cuerpos de la naturaleza: todas sus otras *cualidades* son confusas é ilusorias, se desvanecen con el análisis científico; son debidas á la estructura de nuestros sentidos. Pero la *extensión* resiste siempre á todo análisis, como un residuo fijo, permanente, universal. Es imposible concebir un cuerpo sin *extensión*. En torno de nosotros la *extensión* constituye un orden inmutable, un cuadro rígido, al cual nos vemos obligados á referir, siempre y de la misma manera, las diferentes causas de nuestras sensaciones. Tratemos de estudiar un cuerpo, dividámosle, cambiemos su constitución por medio del calor ó alteremos su volumen, su peso, su color, su sabor, su aspecto, y siempre quedarán elemen-

tos que se definirán por su situación en el espacio, por la extensión y las relaciones que supone. Lo que concebimos clara y distintamente en toda materia son estos elementos, y estos solos, puesto que la ciencia reduce todo al mecanismo geométrico, es decir, á relaciones en la extensión. La extensión, he ahí, pues, la *sustancia*, el *ser real* de todos los cuerpos que podemos imaginar. La percepción del espacio sería, pues, la percepción exacta de una realidad.

2.º Pero aunque la extensión sea una condición *necesaria* de la realidad de los cuerpos, *no es suficiente* para darnos una concepción clara de ellos. La extensión es un cuadro, un orden en el cual se colocan las existencias reales, más bien que estas existencias mismas.

Así, pues, este orden, como lo veremos inmediatamente, puede muy bien no ser más que un modo de representarse las cosas. Esto explica que los cartesianos pudiesen ser mirados, tan fácilmente, como idealistas; el cartesiano Malebranche es casi idealista declarado. Se pone remedio á esta crítica posible añadiendo, como Leibniz, que la extensión ocupada por un cuerpo es *impenetrable* por cualquiera otra. Así, cada cuerpo se define por su extensión y por la resistencia invencible que ofrece, en esta extensión, á otro cuerpo; á esta resistencia la llama Leibniz *antitipia*, expresión que muestra claramente que un ser corporal no existe sino en tanto que repele la porción de espacio que demarca á cualquiera otro ser. Por medio de consideraciones más psicológicas, ha demostrado también Maine de Biran que, toda percepción, se reduce á una percepción inicial

de resistencia: lo que llamamos un objeto es algo que nos ofrece una resistencia y nos proporciona una sensación muscular.

Por la extensión y por la impenetrabilidad es por lo que se define hoy los cuerpos exteriores y lo que constituye su realidad. Todo lo demás es apariencia, efecto subjetivo; pero el dogmatismo moderno mantiene la realidad del mundo exterior en tanto que *extensión y resistencia*.

La ciencia, al reducirlo todo á partículas materiales en movimiento, está completamente de acuerdo con esta concepción. Los *materialistas* y los *espiritualistas* tradicionales admiten estas conclusiones.

B. *Escepticismo; idealismo*.—Los escépticos y los idealistas muestran que todas estas conclusiones son erróneas.

a). *Subjetividad de la extensión*.—1.º *Crítica antigua*. Los *sofistas*, los *idealistas* y los *escépticos griegos* han hecho ver, con un gran lujo de argumentos, que la idea de extensión es contradictoria si se la considera como sustancial.

La extensión es divisible hasta el infinito y una cosa que se puede dividir indefinidamente no existe, porque en el límite se acaba por hacerla desaparecer.

Una extensión divisible hasta el infinito, como la que creemos percibir, no puede ser más que una concepción ideal y no una cosa real.

2.º *Crítica moderna*. La teoría de Berkeley, de Hume, de Mill y de los "subjetivistas".—En los tiempos modernos, Berkeley ha resucitado, con nueva fuerza, la tesis subjetivista y la ha apoyado con argumentos

tomados de los hechos, con argumentos *psicológicos* que no es fácil refutar. Para él, los cuerpos, *tales como los percibimos*, no pueden existir: en la *teoría de la visión*, en los *Diálogos entre Hylas y Philonoiüs* y en la obra titulada *Siris*, muestra Berkeley que, la noción de las tres dimensiones del espacio, es el resultado de una educación de nuestros sentidos. Es una adquisición del espíritu, una *construcción completamente subjetiva*.

Hume y los psicólogos de la escuela inglesa, los idealistas alemanes (Kant, Fichte, Schelling, Hegel, Schopenhauer), los idealistas en general, aceptan esta manera de ver y aportan nuevas confirmaciones de ella.

3.º *Teoría de Kant: la idealidad del espacio.*—Kant, en la primera parte de la *Crítica de la Razón pura* (Estética trascendental) hace ver que, la noción de espacio, no puede ser sino una *forma a priori de la sensibilidad*, es decir, un cuadro que nuestro espíritu impone á nuestras representaciones para organizarlas y conocerlas: uno de los elementos *introducidos por el espíritu* en toda experiencia.

En la tercera parte de la misma obra (*Dialéctica trascendental*) Kant muestra que el concepto de una materia *extensa* es contradictorio. En efecto: el concepto conduce á la razón á plantearse dos problemas que resuelve igualmente por la afirmación que por la negación; estos dos problemas constituyen las dos *primeras antinomias de la razón pura* ó *antinomias matemáticas*: se demuestra con igual valor que el espacio es finito ó infinito y que está compuesto de un número finito ó infinito de partes.

4.º *Resultados de la Psicología experimental.*—

Por último, la *Psicología experimental* ha mostrado que, las tres dimensiones del espacio, son el producto de una construcción empírica del espíritu y no tienen tampoco el valor de formas *a priori* de la experiencia.

b). *Subjetividad de la noción de resistencia*. Ya que no la extensión, ¿es la impenetrabilidad algo más real, una existencia cierta y concebible? Pero, además de que la impenetrabilidad es susceptible de grados infinitamente numerosos (sólidos, líquidos, gases, materia radiante de Crookes), lo cual no concuerda muy bien con la noción de una realidad absoluta, no es dada sino por las percepciones de resistencia, que son reductibles á nuestras sensaciones musculares. Pero las sensaciones musculares son relativas y subjetivas como todas las otras sensaciones: se prestan á ilusiones (ilusiones de los amputados) y á alucinaciones. En fin, la impenetrabilidad supone la extensión: no puede ser impenetrable y resistente más que una cosa que ocupe una porción del espacio, por pequeña que sea. Todas las dificultades precedentes reaparecen, pues, aquí, y puesto que la impenetrabilidad no puede concebirse más que como la extensión, no es concebida, en definitiva, sino á través de una construcción del espíritu.

C. *Relativismo*.—El *relativismo* se esfuerza por restaurar el valor de la percepción del mundo exterior, *pero en ciertos límites solamente*: no admite que los datos sensibles nos den otra cosa que apariencias, fenómenos. En esto acepta la crítica precedente. Ni la experiencia externa ni la reflexión interna pueden probarnos, en modo alguno, la legitimidad y la verdad absoluta de los conocimientos que nos aportan.

¿Quiere esto decir que haya que llegar hasta un escepticismo completo y que nuestra visión del mundo externo no sea más que un ensueño y una alucinación? No olvidemos que Leibniz corregía la palabra ensueño añadiéndole el calificativo de *bien urdido* y que Taine también corregía la palabra alucinación añadiéndola el epíteto *verdadera*. Y es que, en efecto, el escepticismo absoluto olvida dos factores considerables en la formación y el desarrollo de este vasto sistema perceptivo que llamamos el mundo exterior: 1.º, el interés práctico que ha guiado á la actividad en toda esta construcción; y, 2.º, la forma universal que afecta en la especie: todas las percepciones formadas por los *diferentes individuos* son idénticas, en último término, *para todos los individuos* y se organizan en todos sobre un mismo plan.

De aquí se deduce también el valor, es decir, el grado de confianza, de verdad, que merece esta construcción. No es una simple ilusión, porque las sensaciones se producen en la conciencia paralelamente á ciertas excitaciones externas, es decir, á ciertas acciones del medio que llegan á nosotros. Si las percepciones son una elaboración de las sensaciones, son, pues, indicaciones relativas á las modificaciones y á las acciones interiores de los fenómenos del mundo exterior é indicaciones que se han impuesto necesariamente á nosotros en el curso del desarrollo general de la especie.

Ciertamente, no tendría gran sentido decir que son copia de las cosas exteriores; pero no les son tampoco extrañas. Las expresan, las simbolizan *necesariamente* y del modo *más práctico* para nosotros, que estamos

llamados constantemente á dirigirnos por medio de su ayuda. Las combinaciones y las propiedades nuevas que hace nacer aquí la conciencia son la reacción natural de esta conciencia sobre las influencias que la asaltan.

III. VALOR DE LA CIENCIA. PROBLEMA DE LA CERTEZA.

Pero si la percepción exterior es un simbolismo perpetuo, ¿no podemos llegar, tras ella, á lo que simboliza, al *objeto tal cual es*, á la realidad? El dogmatismo materialista y espiritualista continúan pensando esto. La ciencia no sería otra cosa que el esfuerzo hecho para alcanzar este fin. ¿Qué valor tiene? He aquí la cuestión que somos conducidos á plantear y á resolver.

La ley científica, tal como la ha constituido definitivamente la ciencia moderna, es una *reconstrucción* de lo real con ayuda de elementos clara y distintamente percibidos por la razón á causa de su simplicidad extrema é irreductible; es una relación racional, necesaria, universal. Ahora nos es preciso examinar el valor de esta relación y vamos á ver cómo, igualmente que cuando se trata de la percepción, después de haber visto en ella el dogmatismo la realidad última, las críticas del escepticismo han llegado, poco á poco, á no considerarla más que como un nuevo símbolo, sin duda más práctico, más manejable, más claro, mejor adaptado y más expresivo de la realidad, pero, sin embargo, un símbolo.

A. *Dogmatismo (espiritualismo tradicional y materialismo). Teoría de la certeza absoluta por la evidencia.*—Los *espiritualistas* tradicionales, siguiendo á Descartes, admiten que la ciencia nos representa el orden

mismo de las cosas y su constitución íntima. Newton y Clarke creían descubrir las leyes que Dios ha seguido al crear el universo. Leibniz dice: *Dum Deus calculat fir mundus*, y este cálculo divino es de la misma naturaleza que el cálculo cuyas reglas ha podido establecer el hombre y que Leibniz ha llevado á tan alto grado de desarrollo por el *análisis infinitesimal*. Los *materialistas*, al admitir que nuestra ciencia no es sino la imagen exacta de las cosas en nuestro espíritu, profesan el mismo dogmatismo.

La expresión más precisa del dogmatismo se encuentra, ciertamente, en el sistema de Spinoza, porque en él excede todos los sistemas particulares de Metafísica, espiritualistas ó materialistas, para establecerse, en cierto modo, por sí mismo en lo absoluto. "El pensamiento descubre las esencias inteligibles por una especie de mirada inmediata, por una intuición directa: el conocimiento verdadero es siempre la imagen fiel de la realidad... No solamente el pensamiento ve las cosas tales como son, sino que, puesto que la esencia de las cosas es inteligible, se identifica con ellas. Entonces no las ve ya desde el exterior, sino desde el interior; está en el corazón de lo absoluto. Malebranche, al sostener la teoría de la visión en Dios, está muy próximo á aceptar esta concepción. Spinoza la acepta declaradamente: el pensamiento adecuado del hombre, idéntico al pensamiento divino, no se distingue de la esencia objetiva... Ya se identifique la idea y el objeto, ya se distinga dos cosas, el ser y el pensamiento, la idea, cuando es verdadera, es de tal manera conforme al ser que es inútil distinguirla de él. "Lo verdadero es el

ser" (Bossuet). (Brochard, *L'Erreur*, 5). En este caso no cabe distinguir entre las leyes científicas, entre el sistema de la naturaleza que elabora nuestra razón y la realidad misma de las cosas, su sistema efectivo. "La certeza no se distingue de la verdad. Sería definirla mal considerarla como la *adhesión* del alma á la verdad; no es otra cosa que el conocimiento mismo de la verdad. No es un estado subjetivo del alma, no es una cosa que se añade á la idea verdadera... El alma no descubre *por sí misma* si está cierta ó no... *La verdad es el signo de sí misma*" (Idem). Es decir, que desde que tenemos una certeza de orden racional tenemos, al mismo tiempo, la realidad completa, absoluta, porque no podemos estar *ciertos* más que de la *verdad misma*. Nuestra razón no tiene más que proceder conforme á sus leyes y todas sus conclusiones son el conocimiento exacto de la realidad: la ciencia es adecuada á lo real, es una especie de molde de lo real. La *evidencia* con la cual nos aparece una proposición científica es el *criterio de la realidad, de la verdad*.

Crítica.—Pero la gran piedra de toque de tal sistema es la existencia misma del error, su posibilidad. La historia de las ciencias nos muestra una sustitución continua de unas conclusiones por otras y siempre á nombre de la misma razón. "¿Cómo no ha de quebrantarse la confianza ilimitada que se concede al espíritu cuando se le ve capaz de conocer lo falso, es decir, lo que no es? Decir que el espíritu conoce directamente la realidad es decir que, en sí mismo, es infalible; se afirma esto expresamente y, sin embargo, el espíritu se engaña... La cuestión es tanto más grave cuanto que, con

frecuencia, cuando nos engañamos, nos creemos ciertos. Los grandes metafísicos, Platón, Descartes, Malebranche, Spinoza, no han desconocido la importancia de la cuestión; han visto su dificultad y se han agotado en esfuerzos para resolverla... La teoría del error, según Spinoza, es la más absoluta y, quizá, la más consecuente con el principio del dogmatismo metafísico. Spinoza no retrocede delante de ninguna consecuencia de este principio; *niega el error*." (Brochard, Id., 9.) El error no es para él más que una verdad menor, una verdad incompleta; no hay en él nada de positivo". Cuando nos engañamos, en el fondo, no hacemos más que poseer una parte de la verdad, en lugar de poseerla por completo, lo que explica nuestra certeza aun en el error, porque también en este caso es de una verdad de lo que estamos ciertos, sólo que de una verdad parcial. Es fácil ver que, esta solución, no tiene más que un valor metafísico, pero no nos da ningún medio *práctico* de distinguir el error de la verdad, es decir, la verdad parcial de la verdad total.

B. *Teoría escéptica. La certeza referida á la creencia subjetiva.*—En todos los tiempos, la ciencia ha tenido sus detractores; en todo tiempo se ha puesto en duda que una simple construcción del razonamiento humano pueda representarnos exactamente la realidad. *Los escépticos y los sofistas antiguos* le han negado todo valor real. Es verdad que, desde el Renacimiento, cuando Galileo y Bacon hubieron preconizado el método experimental, y matemáticos como Descartes y Pascal hubieron mostrado la coincidencia de sus demostraciones y de la observación de los hechos naturales, se hizo

imposible, para todo ser sensato, negar todo valor á los resultados científicos. El escepticismo debió tomar otra forma. Actualmente se liga á las tesis que, en la cuestión de la libertad, han tratado de mostrar que, el determinismo impuesto por la ciencia, es una apariencia y una ilusión; la realidad escapa á su acción. En una palabra: es la teoría de la contingencia de las leyes de la naturaleza lanzada á sus últimos límites la que nos presenta actualmente la crítica más profunda de la certeza de las leyes científicas y de su alcance.

Descansa sobre el hecho fundamental de que, las diferentes ciencias, á medida que alcanzan hechos reales, nos conducen á leyes cada vez más aproximadas, cada vez menos adecuadas y que suponen principios cada vez más oscuros. Lejos de satisfacernos por la claridad perfecta de la evidencia, apelan á nociones complejas que son, casi todas, una perturbación profunda para la razón. "La Lógica, ya... supone datos irreductibles á la relación analítica, que es el tipo de la inteligibilidad perfecta... Si la Lógica contiene elementos irreductibles, las *Matemáticas* contienen más. A pesar de todos sus esfuerzos, los matemáticos no han podido reducirlos á la pura Lógica... Bajo los nombres diversos de juicios sintéticos *a priori*, postulados, definiciones, axiomas, hechos fundamentales, los matemáticos filósofos admiten principios brutos é impenetrables, ya procedentes de la experiencia, ya procedentes del espíritu... De hecho, el análisis de los principios y de los métodos matemáticos descubre, en estas ciencias, mucha determinación contingente, mucho artificio que se admite, sobre todo, porque es útil... La ciencia concreta que se

debe constituir como la base de todas las demás, la Mecánica, presenta elementos irreductibles á las puras determinaciones matemáticas y no puede llegar á transformar enteramente sus datos experimentales en verdades racionales. Conocidas sólo por la experiencia, las relaciones más generales de las cosas son, para nosotros, como decía Newton, radicalmente contingentes... A medida que nos elevamos hacia el estudio de la vida y del pensamiento, los postulados requeridos son más numerosos y más impenetrables. Ya la Física, teniendo el trabajo por superior al calor, hace apelación abiertamente á la noción de cualidad. La Química descansa sobre el postulado de los elementos de diferente especie. El acto reflejo de la Biología no es una simple reacción mecánica, puesto que tiene como propiedad asegurar la conservación, la evolución y la reproducción de una organización determinada. La *reacción psíquica* es algo más, puesto que tiende á procurar á un individuo la ciencia de las cosas, es decir, el conocimiento de las leyes y, por esto, una facultad indefinida de utilizarlas para fines establecidos por él. En fin, en Sociología, la acción del medio no basta para explicar los fenómenos; es preciso añadir el hombre, con su facultad de simpatía para los otros hombres y sus ideas de felicidad, de progreso, de justicia y de armonía. Así, las diferentes ciencias no se dejan penetrar por las matemáticas, y las leyes fundamentales de cada ciencia nos aparecen como los recursos menos defectuosos que el espíritu ha podido encontrar para aproximar las Matemáticas á la experiencia. Desde luego es preciso distinguir entre las ciencias físicas, que se unen fácilmente á las matemá-

ticas, y las ciencias biológicas, para las cuales esta unión es mucho más artificial... En resumen, de una parte, las Matemáticas no son necesarias más que en relación á postulados cuya necesidad es indemostrable y, así, su necesidad no es y parece no ser más que hipotética. Por otra parte, la aplicación de las Matemáticas á la realidad no es y parece no poder ser más que aproximada." (Boutroux, *L'Idée de la loi naturelle*, 139.)

Boutroux se guardó muy bien de sacar de este análisis conclusiones escépticas. La ciencia es *relativamente verdadera*, en los *límites de una aproximación* que va decreciendo á medida que se aleja de la Lógica y de la Matemática para aproximarse al mundo moral. Pero otros han llegado más lejos: la ciencia es una especie de discurso, de lenguaje, lo bastante bien hecho para representarnos las cosas, pero que no *nos enseña nada* sobre la naturaleza de las cosas; es un conjunto de fórmulas empíricas y *subjetivas* cuya utilidad práctica es innegable, pero cuyo valor de saber es *nulo*. Lo real escapa á la ciencia necesariamente (filosofías irracionalistas).

Si añadimos á estos argumentos los de los escépticos puros (la existencia del error, la imposibilidad de aplicar un criterio válido para distinguir el error de la verdad, la identidad de nuestro estado interno de certeza, ya se trate de lo falso ó de lo verdadero, lo cual contradice directamente el dogmatismo) vemos que la ciencia tampoco puede tener la pretensión de llegar á lo absoluto.

C. *Relativismo. Fenomenismo.* a). *La certeza no puede existir más que en el dominio de lo relativo y*

del fenómeno.—Según los *criticistas* (Kant y sus discípulos) y los *positivistas* (Comte y sus partidarios) es preciso conceder al escepticismo toda la crítica del dogmatismo metafísico y no podremos establecer una certeza válida, conceder un grado de verdad á la ciencia, más que estableciendo que *no tiene ninguna pretensión* al conocimiento de lo absoluto: se mueve en el dominio de lo *relativo* y del *fenómeno*. No hay más que analizar las condiciones del error, ver su relación con la certeza, para darse cuenta de ello.

b). *En este dominio hay una certeza racional.*—Pero lo que Kant y Comte no conceden á los escépticos es que, en este sentido completamente relativo, no sea la ciencia más que aproximada, contingente y oscura. Esta tesis es exacta de la ciencia inacabada é imperfecta; pero todos los progresos científicos consisten precisamente en rectificar y en enriquecer nuestras fórmulas de modo que se las haga cada vez más conformes al orden de aparición de los fenómenos; y estas fórmulas obtienen un éxito cada vez mayor. Luego, si la ciencia es relativa, si es impotente para hacernos entrever lo que es la realidad absoluta, lo que es la sustancia (materia ó lo que sea) que se oculta bajo los fenómenos y aún si hay una sustancia, al menos es una explicación cada vez más *rigurosa* y *cierta* de los fenómenos cuyo sistema reproduce cada día de un modo más perfecto. *El positivismo y el relativismo concluyen, pues, que nos es tan imposible concebir una sustancia material con ayuda de la observación sensible como una sustancia espiritual por medio de la reflexión; en suma, no tenemos ningún medio de conocer una substancia cualquie-*

ra que sea. No podemos comprobar, registrar, analizar mas que fenómenos y, en esto, los procedimientos científicos son teórica y prácticamente suficientes.

Si la ciencia no nos da la realidad substancial del universo no hay medio de buscarla. El relativismo admite que el hombre no puede resolver los problemas metafísicos, pero que la ciencia le da todo género de garantías en las cuestiones que es capaz de tratar, es decir, en todas las cuestiones relativas á los *fenómenos*, en todas las que caen bajo la acción de la *experiencia humana*. Hay, pues, una verdad *humana* (válida para el hombre) en el dominio de las cuestiones *accesibles al hombre*, y esta verdad es la ciencia la que *nos la proporciona*.

Kant y sus discípulos más ó menos ortodoxos (criticistas y neo-criticistas) admiten conclusiones análogas con respecto á la ciencia, pero creen que, con respecto á la *conciencia moral*, á la *voluntad* ó á la *fe*, el hombre puede responder á cuestiones de orden metafísico.

D. *Indicaciones relativas á una conclusión propuesta (realismo positivo).*—La ciencia (entendida en el sentido amplio de la palabra) ¿no puede encaminarnos por sí sola hacia la solución de todos los problemas que puede suscitar la realidad? Si los problemas metafísicos han parecido insolubles es porque estaban mal planteados y se los querían resolver por un método precipitado é incapaz de satisfacer las exigencias de nuestro espíritu, de nuestra necesidad de verdad. Sólo un conjunto de métodos ha podido proporcionar sus pruebas, aunque en un dominio muy restringido. Tratemos de perfeccionar ese conjunto y de extender sus aplica-

ciones y esperemos, del tiempo y de los esfuerzos continuos por practicarle, la satisfacción progresiva —desde luego quizá siempre incompleta— de nuestra curiosidad. Un *positivismo ampliado* tiene, al parecer, el derecho de admitir que, la actitud científica, por sus métodos, tiene, práctica y humanamente, un valor *absoluto y universal*.

Nota.—La cuestión de la certeza está estrictamente enlazada: 1.º, *con la teoría del juicio y la parte que la voluntad toma en la afirmación*. Si la afirmación depende por completo de la voluntad humana (Descartes), la certeza científica *no se distingue* de la creencia. Llevando el razonamiento hasta el extremo (porque para Descartes la creencia razonable no puede referirse más que á lo que es *evidente*, á las intuiciones claras y distintas, y con esto volvemos á un dogmatismo casi análogo al de Spinoza), el escepticismo encuentra un buen campo de acción, puesto que la creencia no depende más que de lo *arbitrario* de nuestra voluntad: *no hay ya nada cierto*. Si, por el contrario, la voluntad no representa ningún papel en esta afirmación, la cual nos es enteramente impuesta por el objeto acerca del cual juzga el espíritu, estamos, con *Platón y Spinoza*, en el dogmatismo más completo. El relativismo cree que nuestra actividad representa un papel en la afirmación, pero que está guiada por signos objetivos que no dependen de nosotros; el juicio es, pues, un acto de creencia, sólo que esta creencia es susceptible de hacerse *cierta*, al menos para todos los espíritus constituidos como el nuestro, en cuanto *el razonamiento ha mostrado su necesidad*; 2.º, en fin,

con la teoría del criterio de la certeza, es decir, con la teoría general de la verdad y del error.

Nota muy importante.—Pero para comprender bien el espíritu con el cual proponemos esta idea general, *importa absolutamente* prestar atención á los dos puntos siguientes:

1.º La ciencia es más bien una organización de métodos que un conjunto de resultados. En efecto: es esencial á los métodos científicos que se mantengan constantemente dispuestos á revisar los resultados que han obtenido ya. Estos no son más que piedras miliarias que señalan el camino de la verdad, etapas hacia *una verdad cada vez mayor*. La ciencia está constantemente colocada sobre el terreno del espíritu crítico y del libre examen. No es sino este espíritu crítico y este libre examen en acto. Lo que nosotros proponemos es, pues, tomar *siempre y en todas partes, en todas las cuestiones*, la actitud científica; aplicarse al *estudio de los hechos*, á su estudio imparcial, sin idea preconcebida ni fin interesado, y á la *crítica* (á la comprobación racional y experimental de toda verdad, pero también sin *parti pris* alguno), de las *conclusiones de este estudio*.

2.º Además, no hay que olvidar que *no hacemos más que proponer* estas conclusiones. Como acabamos de ver, constituye la esencia misma de los métodos científicos el dejar las cuestiones siempre *abiertas* á estudios complementarios. Luego, si es una convicción personal nuestra que estos métodos son los únicos que permiten alcanzar algunas verdades, esta convicción, hay que proclamarlo muy alto, no es, en el estado actual de las cosas, más que una *convicción*. A la actitud científica

misma, que postula *la más completa libertad de pensar*, le debemos el dejar el campo libre á los otros esfuerzos, con tal que se hallen siempre prestos á inclinarse ante un hecho comprobado. Sabemos demasiado poco para mirar como nocivo ó inútil que, tendencias y sentimientos íntimos diferentes de los nuestros, busquen por otros caminos su satisfacción. La ciencia tiene el derecho de criticar estas ideas con toda independencia, pero tiene también el deber de dejarse criticar si la crítica es leal y sincera. La ausencia ó la restricción de los derechos de la crítica ó del pensamiento sería el mayor ataque dirigido al método científico mismo.

CAPITULO XIII

La teoría del conocimiento.

(Continuación.)

SEGUNDA PARTE: *Apriorismo y empirismo. Idea general.*—

I. *Los principios racionales: apriorismo y empirismo (Teoría metafísica de su origen y de su valor ó teoría de la razón):* A, *Innatismo (dogmatismo espiritualista é idealista):* a), Sócrates y Platón: innatismo absoluto; b), Aristóteles; c), Cartesianoismo; las verdades primeras; d), Leibniz; e), Kant; f), transformaciones recientes de la doctrina innatista. B, *Crítica del innatismo:* a), por su evolución propia; b), por el misterio que implica; c), por los hechos. C, *El empirismo:* a), *histórico: el sensualismo;* b), *el asociacionismo;* c), *el evolucionismo.*—II. *Idea de conjunto sobre las teorías del conocimiento.* A, *Dogmatismo:* a), dogmatismo del sentido común; b), dogmatismo racionalista; c), dogmatismo moral y místico. B, *Escepticismo:* a), sofistas y escépticos griegos; b), nominalistas de la Edad Media; c), idealismo subjetivo. C, *Relativismo y positivismo:* a), relativismo de Kant; b), tesis de la contingencia de las leyes de la naturaleza; c), probabilismo; d), positivismo; e), evolucionismo. D *Indicaciones relativas á una conclusión propuesta (realismo positivo).*

I. LOS PRINCIPIOS RACIONALES: APRIORISMO Y EMPIRISMO (TEORÍA METAFÍSICA DE SU ORIGEN).

Hasta aquí hemos examinado los resultados de nuestro conocimiento. Pero, para obtenerlos, nuestro espíri-

tu es guiado, como puede verse en Psicología, por ciertos principios muy generales que son para el pensamiento, decía Leibniz, lo que para la marcha son nuestros músculos y nuestros tendones. Sin que tengamos conciencia de ello, intervienen de un modo activo en todas las operaciones del conocimiento, desde las más simples á las más complicadas.

En esto hay un nuevo problema para la teoría del conocimiento, pero también un aspecto nuevo por el cual se le puede abordar. Si nuestros conocimientos suponen principios generales de los cuales están todos, por decirlo así, suspendidos (*principios racionales, principios directores del conocimiento, leyes de la razón, leyes necesarias del entendimiento* ó, más simplemente, *razón*, que tales son sus diversas apelaciones), obtienen, quizá, un valor nuevo de estos principios, á *condición* de que tengan un origen distinto al de nuestros conocimientos sensibles ó científicos, es decir, *distinto de la experiencia*. Se plantea, pues, la cuestión de saber si estos principios son *independientes* ó *no* de la experiencia, si son *innatos* y *a priori* ó *empíricos, a posteriori*.

En el primer caso, gracias á una facultad especial, superior, transcendente de la experiencia —la *razón*, de la cual estos principios no son más que las leyes— tendremos, quizá, la posibilidad de sobrepujar el positivismo experimental. En el segundo caso, permaneceremos reducidos á nuestras conclusiones precedentes y no podremos sobrepujar este relativismo.

ORIGEN Y NATURALEZA DE ESTAS LEYES Ó TEORÍA
DE LA RAZÓN.

A. *Innatismo* (*Dogmatismo espiritualista é idealista*). a) *Sócrates y Platón: el innatismo absoluto ó realismo*.—Primero, todos nuestros conocimientos, todas las leyes que apreciamos bajo los fenómenos, así las más restringidas como las más generales, todas nuestras ideas, aparecen dadas directamente por la intuición de la razón. “La ciencia es *innata* —decía Sócrates... Platón completa y perfecciona la teoría socrática—. La ciencia consiste en salir del mundo sensible para entrar en el mundo de las ideas eternas, inmutables, principios de la realidad y del conocimiento, que el alma no puede descubrir *sino descubriéndose, por decirlo así, á sí misma*”, recordando lo que le es innato, lo que contenía ya (teoría de la reminiscencia).

b) *Aristóteles*.—Para Platón, pues, todo conocimiento es innato y se desprende de sí mismo en la razón. Pero Aristóteles tiene un cuidado más vivo por la realidad. De hecho, tenemos necesidad de recurrir constantemente al conocimiento por los sentidos, á la *experiencia sensible*. Es preciso, pues, hacer una primera restricción al innatismo universal. La experiencia sensible es un elemento primitivo y necesario. El conocimiento verdadero debe excederla por una fuerza intuitiva propia del alma; pero debe servirse de ella. La inteligencia humana está formada, por decirlo así, por dos inteligencias: una, la *inteligencia pasiva* (νοῦς παθητικός) que no es más que un calco de la experiencia sensible

que comprende todos los elementos inferiores del conocimiento (sensaciones é imágenes); otro, el *intelecto activo* (νοῦς ποιητικός), que, por su *virtud propia, innata*, descubre lo que en estos elementos es *universal y necesario*. Así, hay en el espíritu una parte asimiladora que adquiere los elementos y una parte activa que los transforma, *a priori*, en conocimientos universales y necesarios, es decir, *racionales*.

c) *El cartesianismo. Las verdades primeras*.—Toda la filosofía tradicional y clásica, hasta Descartes, ha vivido sobre este sistema. La ciencia era concebida como el desarrollo deductivo y *a priori* de concepciones del espíritu con ocasión de las cosas. Y, por consiguiente, el método deductivo, puramente silogístico, era su único método. Los primeros sabios que en el Renacimiento tuvieron una noción clara del método experimental, y los filósofos de esta época, Vinci, Galileo, Bacon sobre todo, aunque partiendo de puntos de vista muy opuestos, coincidieron en mostrar la falta de valor de tal método y, por consiguiente, el error de sus principios metafísicos: el *innatismo universal*. Es preciso conceder al *empirismo* lo que le corresponde. De aquí las nuevas restricciones al *innatismo*, aun por parte de aquellos que, como Descartes, renuncian menos completamente á él. “Con los progresos de la ciencia, que en el siglo xvi se extiende en todos sentidos, el problema se modifica. De un modo general se trata de distinguir, en los fenómenos complejos (los datos de la experiencia sensible), los elementos simples de los cuales son la combinación, de sorprender las leyes de esta combinación y de ponerse así en estado de reproducirla... Descartes trata de re-

ducir el universo, tal como nos aparece, á una combinación de elementos inteligibles. Las Matemáticas son, para él, el modelo, el tipo de la ciencia" (Janet y Séailles, *Histoire de la Philosophie*, 131). Pero las Matemáticas enlazan sus largas cadenas de razones á principios primeros. Estos principios primeros son los que no se demuestran y que Descartes considera como *a priori* é *innatos*; pero sólo ellos. Estos principios son objeto de una intuición racional; constituyen las *verdades primeras*: "¿Cuáles son ahora estas ideas *a priori*, estas ideas primitivas innatas? La noción más natural y más importante es la noción de *Dios*, de *lo Infinito*, de *lo Perfecto*" (íd., 132), después las del *alma* y de la materia, en fin, los *principios racionales* que permiten encadenar una á otra las *naturalezas simples*, es decir, los elementos irreductibles de las cosas, y estas *naturalezas simples* mismas, es decir, los axiomas y las definiciones primeras que colocamos á la cabeza de las ciencias.

La experiencia nos enseña en seguida las *combinaciones particulares* realizadas en nuestro mundo por estos elementos simples: "Tenemos en nosotros el tejido de nuestros pensamientos; lo que la experiencia nos enseña es la materia con la cual se hace este tejido" (Lachelier). Y ¿en qué sentido son innatos estos axiomas y estos elementos simples? "Cuando digo que alguna idea ha nacido con nosotros quiero decir solamente que tenemos, en nosotros mismos, la *facultad de producirla*", es decir, que en nosotros mismos está contenido el germen que se desarrolla al contacto de la experiencia: "La experiencia no es más que la ocasión de esta ciencia que consiste en reducir el mundo sensible á no-

ciones simples é inteligibles, combinadas según leyes racionales que se enlazan todas á la idea de Dios" (Janet y Séailles, 135). Se ve hasta qué punto se restringen en número las ideas innatas y las atenuaciones aportadas ya á la idea innatista.

La filosofía espiritualista é idealista de los siglos XVII y XVIII mantiene en sus grandes rasgos la concepción cartesiana. Para Newton y Clarke, las ideas de tiempo y espacio son atributos de la divinidad, de los cuales tenemos la intuición directa. Bossuet, Fénelon, Malebranche, no hacen más que enlazar más estrechamente á la idea de Dios todas las verdades primeras, reduciendo á él todas las intuiciones que tenemos de ellos.

d) *Leibniz. El virtualismo.*—Leibniz atenúa el innatismo cartesiano tratando de conciliarle con el empirismo de Locke; pero esta conciliación se hace casi por completo á cuenta de Locke: "El espíritu tiene algo de propio, principios innatos; pero la experiencia es necesaria para que, lo que está, así, virtualmente, en nosotros, pase al acto. Lo innato no consiste en un conocimiento expreso, sino en virtualidades y en disposiciones. El alma no es una tabla rasa; se asemeja, más bien, á un bloque de mármol en el cual circulan venas que dibujan de antemano la estatua que la experiencia ejecutará... La vida del alma es un avance progresivo, desde percepciones confusas á percepciones más distintas" (Id., 142). Pero la percepción confusa es precisamente la *experiencia sensible*. Y el progreso del alma *transforma esta experiencia sensible en conocimiento racional*, desprendiendo, poco á poco, y aplicando los principios que encerraba ignorándolos ó desconociendo-

los: "Se puede, pues, conceder á los empíricos que nada existe en la inteligencia que no haya existido en los sentidos: *nihil est in intellectus quod non prius fuerit in sensu*. Pero, por otra parte, si, en un sentido, todas nuestras ideas son adquiridas, suponen la experiencia, todas vienen también de nuestro propio fondo, expresan la espontaneidad, la fecundidad propia del alma. Hay, pues, que completar la fórmula de los sensualistas diciendo: *nisi ipse intellectus*", sino la inteligencia misma, puesto que lo que llamamos experiencia no es sino inteligencia confusa, inteligencia que se ignora. (Id.) La teoría de Leibniz admite, pues, que la adquisición por la experiencia de *verdades necesarias* es un momento del desarrollo necesario de nuestra conciencia; pero esta adquisición no hace más que desprender, que explicar estas verdades que estaban ya implícitas en nuestra *naturaleza espiritual*.

e) *Kant. El apriorismo*.—El innatismo llega á reconocer, con Leibniz, que, en apariencia y forzosamente, *todo pasa como si* nuestro espíritu no contuviese nada de innato y sacase todas sus ideas de los elementos inferiores de la sensación y de la percepción; pero Leibniz pretende aún que, en el fondo, esta experiencia implicaba ya en nuestro espíritu los gérmenes de las verdades necesarias. El innatismo va á llegar á nuevas restricciones bajo la influencia de los críticos empíricos que, desde Hobbes y Locke, con Hume y Condillac, le atacan sin tregua. ¿Qué son estas pretendidas acciones necesarias? En el fondo formas puras, relaciones vacías sin contenido, seres irreales é ilusorios que crea nuestro espíritu. "Si analizamos bien estos principios de la ra-

zón vemos —dice Hume— que son simples relaciones, simples asociaciones establecidas entre los datos de los sentidos y, en modo alguno, intuiciones de existencias reales superiores á las que nos revela la experiencia sensible.” Esta crítica parece á Kant irrefutable; y, de hecho, no vemos en nuestro espíritu conocimientos que, de cerca ó de lejos, no descansen sobre datos sensibles. Una intuición directa de la razón parece la pura nada. Contra Descartes y Leibniz y con Hume confiesa, pues, Kant que nuestra razón no tiene nada de intuitivo, que sus ideas no llegan directamente á las verdades primordiales y necesarias. Pero ¿quiere esto decir que no ponga nada de su parte en los conocimientos que tiene de las cosas, que no los modifique por la introducción de elementos *a priori*? Lejos de esto. Lo que es preciso conceder al empirismo es que *todos nuestros conocimientos proceden de los sentidos*; pero, si los sentidos proporcionan todo el contenido de nuestro saber, toda su *materia*, el espíritu es el que posee la *forma* en la cual se organiza y se ordena esta materia, las leyes necesarias que ligan estos datos sensibles y componen con ellos un *sistema*. La experiencia, en efecto, no puede dar más que sensaciones aisladas: los sentidos perciben cosas y no relaciones entre las cosas, porque *una relación no se ve, no se toca, no se percibe*. Puede solamente *pensarse*, no existe más que en el espíritu: en sí misma, cada cosa existe aisladamente de todas las otras. *Sólo* nuestro espíritu puede establecer *relaciones* entre ellas. Además, la experiencia es siempre contingente por consecuencia del aislamiento mismo de cada uno de sus datos. Por tanto, si nuestro espíritu

concibe leyes necesarias y universales, es porque está *constituído de tal suerte* que ordena todos los datos sensibles en cierto orden. Este orden depende, pues, del espíritu y no de la experiencia: es *a priori*.

“Para comprender bien el pensamiento de Kant es preciso distinguirlo del de los filósofos anteriores. ¿Qué es lo que distingue las ideas innatas de Descartes y de Leibniz de las formas *a priori* de Kant? Es que en Descartes, como en Malebranche y aun en Leibniz, el entendimiento es *intuitivo*. Las ideas llegan inmediatamente al ser (alma, Dios ó naturaleza simple). En Kant el entendimiento es *formal*. No tiene ningún objeto propio: proporciona simplemente leyes para enlazar los fenómenos y aportar la unidad á la multiplicidad de la experiencia” (Id., 150). En este sentido es en el que la teoría de Kant es una nueva concesión del innatismo al empirismo; porque, para Kant, *ningún conocimiento precede en nosotros, en el tiempo, á la experiencia, y todos comienzan con ella*, aunque son todos *un conjunto, compuesto de lo que recibimos por las impresiones y de lo que nuestra propia facultad de conocer saca de sí misma con ocasión de estas impresiones*.

Nuestro espíritu contiene así tres clases de principios: 1.º, las *formas de la sensibilidad*, que sirven para organizar nuestras percepciones tanto externas como internas; son el tiempo y el espacio, especies de cuadros constituídos por nuestro espíritu para disponer en ellos nuestras sensaciones; Kant pretende demostrar que son *a priori* y dependen del espíritu, porque son universales, necesarios é infinitos, mientras que la experiencia no da más que objetos particulares, contingentes y finitos, y

porque las proposiciones matemáticas, que no se refieren más que al tiempo y al espacio, son, ellas mismas, necesarias, universales y *pueden demostrarse a priori*. Esta demostración se hace en la *Estética trascendental*, primera parte de la *Crítica de la razón pura*; 2.º, las *categorías del entendimiento*, en número de doce, organizan nuestros juicios, como el tiempo y el espacio organizan nuestras percepciones. "No es bastante que sean *dados* los objetos, es preciso también que sean *pensados*. El espacio y el tiempo son indeterminados, nada los limita; los fenómenos flotarían en ellos como un polvo disperso. Es preciso que los fenómenos ocupen un lugar fijo, que estén ligados los unos á los otros por relaciones invariables." Estas relaciones *invariables, necesarias, universales* y, por consiguiente, *a priori*, son las *categorías*, que se sistematizan según *cuatro principios directores del entendimiento puro: cantidad, cualidad, relación, modalidad*. "Ahora comprendemos el pensamiento de Kant y vemos la parte que corresponde al espíritu en el conocimiento. Sólo la materia nos es dada; la forma procede de nosotros. No es el espíritu el que se somete á las leyes de las cosas; son las cosas las que se someten á las leyes del espíritu" (y en este sentido es en el que Kant se distingue *radicalmente de los empiristas*). "Las condiciones del pensamiento deben, pues, ser, para el mundo, leyes necesarias, cuya violación haría desvanecerse, á la vez, el pensamiento y el mundo que es su objeto." (Id., 153-155.) Tal es el objeto de la segunda parte de la *Crítica de la razón pura*: la *Analítica trascendental*; 3.º, en la tercera y última, la *Dialéctica trascendental*, establece Kant que, todo

conocimiento, por provenir á la vez de la experiencia y de las leyes del espíritu, es *relativo* y no puede darnos *la realidad misma*. Encontramos en nuestra razón tres principios, *Dios, el alma, la materia*, que pretenden hacernos exceder este *conocimiento relativo ó fenoménico* y alcanzar la *realidad absoluta*. Estos tres principios ó *ideas de la razón* no son tampoco más que medios para que el pensamiento reduzca á una unidad última los fenómenos y les dote de una sistematización completa; no son, en modo alguno, *intuiciones espirituales de la realidad*. El filósofo permanece, pues, estrictamente en el terreno en que se ha colocado entre el innatismo y el empirismo.

f) *Transformaciones recientes de la doctrina innatista*.—Las doctrinas innatistas actuales han aceptado, en general, la posición de Kant. Determinan, por la reflexión del pensamiento sobre sí mismo, sus primeros principios (espacio, tiempo, identidad y causalidad), pero mantienen que estos principios no son más que leyes organizadoras de los fenómenos (Renouvier y el neo-críticismo). Los metafísicos apenas admiten ya una intuición directa de la realidad por la *razón*. La intuición se ha hecho sinónima de creencia, de inspiración y no de evidencia como en Descartes. Los metafísicos más atrevidos pretenden sobrepujar la razón y no seguirla.

B. *Crítica del innatismo*.—a) Se ve fácilmente que, para resistir á las críticas de sus adversarios, la teoría innatista é intuitiva se ha visto obligada á abandonar poco á poco sus líneas de combate. Primero es universal é integral con Platón y concede, con Aristóteles, una parte muy débil á la experiencia. La Escolástica ex-

tiende progresivamente esta parte. Con Descartes y los cartesianos sólo son innatas las *verdades primeras*. Con Leibniz se hace necesaria la experiencia para obtenerlas. Con el *apriorismo kantiano*, estas *verdades primeras* no tienen ya un contenido real que nuestro espíritu descubra en sí mismo y por sí mismo. Son simples relaciones en las cuales hace entrar la experiencia sensible, maneras de considerar las cosas. La evolución misma del innatismo constituye su propia crítica: nos conduce á preguntarnos si no cabe abandonar completamente esta teoría y admitir que todo lo que pensamos resulta de la experiencia sensible, es decir, de los elementos inferiores del espíritu, simplemente por vía de combinación.

b) El innatismo apela siempre á lo misterioso y á lo inexplicable. ¿Qué son estos elementos necesarios, innatos ó *a priori* que parece haber encerrado siempre el espíritu? Comprender, explicar, es enlazar lo desconocido á lo conocido, reducir una combinación á sus elementos y, en las ciencias de la vida ó de la conciencia, establecer los orígenes. Invocar lo innato es, pues, simplemente confesar una ignorancia, hacer una obra de filosofía perezosa, como si la Química no hubiese tratado nunca de descomponer los cuerpos y los considerase á todos como simples.

c) En fin: la evolución del espíritu humano nos muestra transiciones insensibles entre todas las formas del pensamiento. Lo necesario, lo universal, no es más que el perfeccionamiento de esta evolución; no lo encontramos en las formas inferiores. Pero, como había notado ya Locke, si realmente era el efecto de las leyes

constitutivas del espíritu, en las formas inferiores y simples es donde deberíamos percibirlo más claramente: en la vida animal, en el pensamiento del salvaje ó del niño.

C. *El empirismo*.—Así, en frente de la teoría innatista, se han elevado siempre las teorías empíricas que apelan á los métodos científicos, á la experiencia, y tratan de sacar sus principios primeros de los elementos más simples de la actividad psicológica.

a) *Histórico: el sensualismo*.—La filosofía griega, con los *sofistas*, los *epicúreos*, y, en cierto modo, los *estoicos*, nos presenta la primera forma del empirismo, que ha sido reproducida, sin modificación fundamental, por Hobbes, Condillac y los *materialistas* del siglo XVIII. Nuestro espíritu es, en su origen, como una tabla de cera absolutamente lisa (*tabula rasa*). A medida que nos son dadas las sensaciones, imprimen sobre el espíritu sus caracteres generales y esenciales. Estos caracteres se abstraen poco á poco y se convierten en ideas generales. Las más generales de estas ideas, las que entran en la comprensión de todas las otras y son, por consiguiente, *universales*, como el espacio, el tiempo, la causa, etc., son los principios de la razón.

b) *El asociacionismo*.—La Psicología del sensualismo es sumaria y los estudios recientes han mostrado que, el trabajo psicológico, aun en la formación de las ideas más concretas, es mucho más complicado. La conciencia manifiesta una actividad innegable que se traduce por la *memoria*, la *atención* y la *asociación*. El empirismo moderno debe, pues, explicar la formación de los principios de la razón haciendo entrar, al lado de las impresiones que recibe pasivamente la conciencia,

el trabajo de esta actividad, y esto es lo que vemos ya confusamente en Locke, pero, sobre todo, en Hume, Stuart Mill y la *escuela psicológica experimental*. Hay que hacer notar que esto no equivale á hacer del espíritu un principio de actividad original que reobra sobre sus datos. La conciencia queda reducida á un elemento registrador; su actividad consiste en reproducir mecánicamente las impresiones en un orden que *depende de estas impresiones y no de ella*. Los principios de la razón no son más que el resultado de esta reproducción, efectuada *mecánicamente*, gracias á la ley de la *asociación por contigüidad*. Las sensaciones forman series que se repiten siempre de la misma manera; el tiempo, el espacio, la causalidad, la identidad, son las modalidades que afectan todas estas series. Por esto es por lo que acaban por aparecernos como las leyes universales y necesarias de la razón.

En Psicología puede verse la descripción de la génesis del espacio y de sus tres dimensiones y de la génesis del tiempo; las ideas de causa y de identidad se han formado como todas las ideas generales; no son sino las más generales de todas. El asociacionismo se limita á recoger los resultados de la Psicología experimental, pero añade, como *interpretación metafísica*, que *la conciencia es un registrador mecánico*.

c) *El evolucionismo: H. Spencer*.—Con Spencer y los evolucionistas se completa la teoría asociacionista con esta feliz corrección admitida casi sin discusión por todos: la génesis de las nociones de la razón no se verifica en cada conciencia individual, sino que es *heredada* con el organismo fisiológico mismo á título de *instin-*

to, como las tendencias afectivas, lo cual explica su necesidad y su universalidad.

Además, si la génesis empírica de los principios de la razón es la única teoría aceptable desde el punto de vista psicológico y científico, no ocurre lo mismo con el postulado metafísico que añade á ella arbitrariamente el empirismo ordinario, á saber: que la conciencia no es más que un registrador inerte y que la asociación es una repetición inflexiblemente mecánica. Hay aquí una asimilación del punto de vista interno y de la síntesis consciente al punto de vista externo y de la composición mecánica, que puede parecer difícil de admitir.

La razón aparece, no solamente como la *resultante* de las influencias del medio, tanto ancestral como actual, sino también como una *interpretación* de esta experiencia hecha por la conciencia para su uso propio y con sus medios particulares. Esta interpretación ha hecho de las leyes del tiempo, del espacio, de la identidad y de la causalidad, las leyes de *toda* la experiencia, porque son ellas las que han ofrecido al ser humano *la mayor comodidad y utilidad prácticas*, para representar el medio y poder reobrar sobre él. De aquí los caracteres de necesidad y de universalidad que estas leyes han revestido fatalmente. Lo que nosotros llamamos la verdad de un razonamiento ó un conocimiento exacto, es, entonces, el simbolismo más práctico y el equivalente mejor adoptado para traducir á nuestra conciencia las impresiones exteriores.

La teoría evolucionista del origen de los principios racionales concuerda, pues, muy bien con la teoría relativista del valor de la percepción y de la ciencia (aun-

que el relativismo sea sostenido por filósofos que no son, en modo alguno, empíricos ó evolucionistas, como Kant y los criticistas). Concuerda también muy bien con una teoría análoga á la que hemos *propuesto* como conclusión del estudio precedente y que, identificando realidad y experiencia, ve en la ciencia el medio, y el medio *único* de llegar á *todo* lo real (*realismo científico*).

Conclusión de la crítica de los principios directores del conocimiento. Las ideas de la razón.—De esta crítica resulta (véase, sobre todo, la teoría de Kant) que no poseemos el medio de alcanzar conocimientos distintos de las percepciones sensibles ó las leyes científicas. Los principios racionales no tienen valor más que en el dominio de la experiencia. Ciertos filósofos consideran aún, al lado de ellos, *intuiciones intelectuales, ideas de la razón*, en particular *ideas de infinito, de absoluto y de perfecto*, que son los atributos ordinarios de la naturaleza divina y que nos harían conocer una realidad suprasensible. Pero, según la crítica moderna, parece que estas ideas expresan, sobre todo, bajo una forma abstracta, tendencias del orden del sentimiento y de la creencia. En todo caso, esta crítica muestra, al menos, que estas intuiciones no se imponen á todos los espíritus de un modo necesario y universal y que no se puede establecer lógicamente que les corresponde una realidad. Lo verosímil es que no podemos tener conocimientos verdaderos fuera de los límites de la experiencia. Pero, ésta, ¿no sería todo lo real?

II. IDEA DE CONJUNTO SOBRE LAS TEORÍAS DEL CONOCIMIENTO.

En suma: si por encima de las contingencias históricas y de los matices de cada sistema queremos formarnos una idea general de las grandes direcciones que han animado todas estas teorías, podemos trazar, aproximadamente, el cuadro siguiente:

A. *Dogmatismo*.—Una parte de las teorías del conocimiento se esfuerza por mostrar que el conocimiento humano tiene un valor absoluto y resiste á todas las críticas. Son las *dogmáticas*.

a) *Dogmatismo del sentido común*. La doctrina dogmática más absoluta es la doctrina llamada del *sentido común*.—No hace más que erigir en principio filosófico las creencias ingenuas del vulgo: el mundo existe como es percibido. La ciencia no hace más que precisar y desprender las relaciones que la percepción deja confusas ú ocultas; en fin, la reflexión, por encima de la ciencia, resuelve los últimos problemas que puede plantearse nuestra curiosidad. Nuestra sensibilidad, nuestra razón, nuestras creencias son capaces de alcanzar la verdad inquebrantable. El error no puede ser sino pasajero, resultar de un mal uso de nuestras facultades, en fin, de la influencia de causas extrañas y particulares sobre el conocimiento. Pero, nuestra inteligencia, abandonada á sí misma, sustraída á las causas extrañas, camina á la verdad y la encuentra, como la piedra cae hacia el suelo (cartesianos, escuela escocesa, eclecticismo, espiritualismo tradicional).

b) *Dogmatismo racionalista*.—Muy pronto apare-

ció la crítica relativa á los datos de la percepción exterior. El *dogmatismo racionalista*, del cual Sócrates, Platón y Aristóteles son los fundadores y los grandes representantes, dejó á un lado todo el conocimiento sensible como ilusorio; pero admitió que la razón era capaz de alcanzar la verdad absoluta. La razón, como un sentido nuevo, veía (*intueri*) las esencias reales de las cosas, el mundo inteligible, del cual el mundo sensible no es más que una alteración ó una idea confusa. Por consiguiente, las intuiciones racionales, las ideas que la razón descubre en sí misma y todas las consecuencias que se deducen de ellas conforme á la razón, son verdaderas; según estos filósofos, todas las ideas abstractas generales, los conceptos, son intuiciones racionales.

El dogmatismo racionalista fué transformado en el Renacimiento, bajo los esfuerzos de los sabios y de los filósofos nominalistas, en particular de los cartesianos. Se consideró que las ideas abstractas generales eran frecuentemente erróneas, confusas y tan peligrosas de seguir como los datos perceptivos. Se las enlazó á éstos y no se dejó en el dominio de la razón más que los principios que servían de base á la ciencia moderna (idea de extensión, nociones matemáticas y mecánicas) y las ideas que forman la osamenta del sentimiento religioso (alma inmortal y Dios).

La razón era, pues, á la vez, la facultad de la ciencia, tal como se la concebía en la época, y la facultad que descubría en nosotros, por la reflexión, los principios de la Metafísica.

El dogmatismo racionalista se apoya sobre el carácter innato de los principios del conocimiento y de las

ideas primeras de la razón, para afirmar que, nuestro conocimiento, que es absolutamente independiente de toda influencia extraña, es capaz de alcanzar la verdad absoluta.

c) *Dogmatismo moral y metafísico*.—Pero, sobre todo en nuestros días, se ha sometido á la ciencia á una crítica extremadamente estrecha. Se ha denunciado en ella una nueva causa de error que provendría de que, como las ideas generales de la escolástica, erige abstracciones en realidades. La verdadera naturaleza de las cosas escapa á la razón como á la percepción, porque lo concreto es siempre desfigurado por lo abstracto. El método intelectualista, racionalista, no puede pretender llegar á la verdad; todo lo más tiene una utilidad práctica. Es un sistema de signos elegidos entre muchos otros igualmente posibles y que no tiene más relaciones con lo real que las que tiene un signo con la cosa significada, una palabra con un objeto. La ciencia es un discurso y ha fracasado en tanto que conocimiento de lo real. Pero ¿debemos llegar, por este camino, á un escepticismo completo? No, porque nos queda la reflexión sobre los datos inmediatos de la conciencia. En nosotros mismos encontramos lo concreto y lo real cuando nos desembarazamos de todos nuestros hábitos racionalistas é intelectualistas, cuando nos desembarazamos, sobre todo, del hábito de considerar todas las cosas como desprovistas, en sí mismas, de sus matices concretos, desindividualizadas en cierto modo y reducidas á no ser otra cosa que porciones de una extensión homogénea é incolora (tal es la representación hacia la cual tienden, en efecto, nuestros hábitos científicos actuales).

En resumen: el dogmatismo se encontraba en frente de tres fuentes de conocimientos: la percepción, la ciencia, la reflexión. Ha abandonado completamente la primera como fuente de verdad. En cuanto á la segunda, la ha criticado severamente; ha excluído las ideas abstractas y generales para no conservar más que las construcciones lógicas de la ciencia. Por último, algunos dogmáticos, poco numerosos, sin duda, niegan aún á la razón que sea la facultad de la verdad. No conservan como fuente de verdad más que la reflexión sobre nuestra conciencia, especie de revelación interior de la vida. En este sentido, la creencia, la fe, la adhesión absoluta de nuestra voluntad, sobrepujaría á la razón como facultad de la verdad.

B. *Escepticismo*.—En todos los tiempos, desde que se ha reflexionado sobre el conocimiento, los críticos, en lugar de precisar y depurar el dogmatismo, han arrasado á otros pensadores á negar que el espíritu fuese capaz de alcanzar la verdad.

a) *Sofistas y escépticos griegos*.—Los sofistas griegos son, primero, los que, con la crítica de la percepción sensible y la comprobación de la diversidad de las opiniones, concluyen á la negación de todo conocimiento. Los socráticos les responderán que, si la percepción y la opinión son ilusorias, nuestras ideas generales, la razón y la ciencia, son capaces de verdad.

b) *Nominalistas de la Edad Media*.—Hacia el fin de la escolástica, los nominalistas, después de haber mostrado que la ciencia de la época no está constituida más que por *ideas generales* y que, en la naturaleza no existen más que *individuos*, concluyen á la imposi-

bilidad del conocimiento. Los cartesianos aceptan esta crítica de la idea general, pero vuelven á encontrar un fundamento suficiente para la verdad de nuestros conocimientos en las intuiciones de la razón que, según ellos, no son ideas generales, sino visiones directas de ciertas realidades concretas, experiencias racionales, *evidentes*.

c) *Subjetivismo*.—Nuevos críticos se aplican á mostrar que estas intuiciones racionales son sacadas de la experiencia sensible como las otras ideas generales nuestras. Todo lo que existe en el espíritu procede de la experiencia (Hobbes, Locke, Hume y Stuart Mill).

Pero, se añade, como la experiencia no es más que la serie de nuestras sensaciones individuales, parece que estamos encerrados en éstas sin que pueda haber en ellas una verdad universal y necesaria. La experiencia no puede darnos á conocer más que lo que nosotros mismos hemos experimentado. No podemos salir de nuestro yo (subjetivismo y solipsismo). Por esto ha podido decir un crítico del empirismo, pensando en las consecuencias extremas de la identificación del empirismo y el subjetivismo: *El escepticismo es el fruto sin cesar renaciente del empirismo*.

d) *Pragmatismo*.—En fin, la crítica antiintelectualista, expuesta bajo el nombre de dogmatismo moral y místico, es, naturalmente, *escéptica en relación á la ciencia*, puesto que da á la verdad científica el sentido de simple necesidad práctica. Desde este punto de vista, esta doctrina lleva hasta el extremo las conclusiones del empirismo subjetivo de las cuales acabamos de hablar.

C. *Relativismo y positivismo*.—La doctrina del relativismo del conocimiento es la consecuencia de las críticas del racionalismo por los escépticos y de un esfuerzo para volver á encontrar, en todo caso, un sentido á la expresión: *verdad*. Consiste en decir que no podemos alcanzar la verdad absoluta, la última palabra de las cosas. Somos hombres y nuestros conocimientos no valen más que para los hombres, para espíritus hechos como los nuestros. *No podemos salir de nuestra condición humana, del mismo modo que, la paloma, no puede volar por encima de la atmósfera*. Pero, para todos los espíritus constituídos como los nuestros, *podemos y debemos* llegar á una representación del mundo, la *representación científica*, que se impone á todos de un modo necesario y universal como un cuerpo de verdades intangibles, definitivas; verdad humana, sin duda, pero verdad.

a) *Relativismo de Kant*.—Kant admite, con los empiristas, que nuestros conocimientos comienzan con la experiencia. Pero, como se ha visto en el estudio de los principios directores del conocimiento, la experiencia se moldea, en cierto modo, en los cuadros que contiene nuestro espíritu: formas de la sensibilidad y categorías del entendimiento. Todos los lazos que unen entre sí los datos de la experiencia les son impuestos por estas formas *a priori*. Pero estas formas dependen de la constitución de nuestro espíritu. Son necesarias y universales para todos los espíritus constituídos como el nuestro. Las relaciones que establecemos entre los datos de la experiencia, apoyándonos sobre estas categorías, serán, pues, necesarias y universales; estas serán las le-

yes científicas. Hay, pues, *para nosotros*, una verdad; pero esta verdad no es válida más que *para nosotros*. Es *relativa* á nosotros.

Desde luego, Kant, si reduce la ciencia á un valor relativo, concuerda, en cierto modo, con los que creen que, al lado de la ciencia, tenemos en nosotros una fuente de conocimientos más alta del género de la creencia y de la fe. En efecto: Kant profesa que nuestra conciencia nos revela un imperativo moral absoluto y que este imperativo moral impone, no ya á nuestro conocimiento, sino á nuestra creencia, á la adhesión de nuestra voluntad, á nuestra fe, un cierto número de postulados que entrañan consigo una idea particular del universo: "He destruído la ciencia —dice— para abrir paso á la fe." En realidad, no destruye la ciencia, sino que destruye el valor absoluto que le confería el dogmatismo; la reduce á un valor relativo para evitar que pueda ponerse en conflicto con la certeza moral que es la única que, para él, tiene un valor absoluto.

b) *La tesis de la contingencia de las leyes de la naturaleza* puede considerarse como próxima al relativismo. Esta tesis pretende que nuestros conocimientos no son sino relativos, pero disminuye aún este valor relativo mostrando que las leyes científicas, á medida que se aproximan cada vez más á la realidad concreta, se hacen menos exactas y menos necesarias. No solamente no son más que aproximadas (se podría esperar, entonces, que los progresos futuros remediasen su incertidumbre y su grosería actual), sino que, además, parece que hay en la naturaleza real algo indeterminado que resiste á los esfuerzos de nuestro espíritu por estable-

cer leyes necesarias y constantes. Esta contingencia, que viene de la naturaleza misma, puede entenderse de dos modos, tener dos causas: 1.º, la naturaleza evoluciona sin cesar, lo cual hace que las leyes científicas que se apoyan sobre experiencias hechas en un momento determinado, no valgan más que para este momento y sean forzosamente inexactas. Esta interpretación permite esperar que se conocerá un día las leyes de esta evolución y que la incertidumbre y el probabilismo actuales serán sustituidos por una certeza definitiva; 2.º, en la segunda interpretación (y esta es la tesis de Boutroux), la evolución de las leyes naturales debe ser siempre *forzosamente* indeterminada, porque la naturaleza es, por esencia, contingente y está, en cierto modo, dotada de libertad. Sería, pues, la realidad la que se opondría entonces á que pudiésemos enunciar alguna vez leyes exactas y necesarias tales como nuestro espíritu las quisiera para su satisfacción.

Las leyes científicas tienen el valor de *fórmulas-límites*. No expresan absolutamente las relaciones de los fenómenos naturales, puesto que éstos son, en cierto modo, indeterminados. Pero fijan los límites entre los cuales se ejerce esta indeterminación, porque, si la naturaleza es indeterminada, no lo es más que entre ciertos límites, los cuales son bastante estrechos para que podamos prever, en general, y dirigir nuestra acción con ayuda de las leyes científicas. En otros términos: la adaptación de nuestro espíritu á las cosas no sería nunca perfecta á causa de una resistencia recíproca de las cosas al espíritu y del espíritu á la naturaleza de las cosas. El conocimiento no tendría entonces valor más

que del lado de acá de una cierta precisión. Lo que hace que este valor sea relativo es que es siempre y será forzosamente siempre *aproximado*.

c) *El probabilismo* es también una forma del relativismo. Consiste en sostener que la exactitud de nuestros conocimientos no puede nunca ser *absoluta, definitiva y completa*. Las proposiciones en apariencia más evidentes no son en el fondo sino muy verosímiles y queda siempre en ellas alguna probabilidad de error (compárese con los argumentos del escepticismo). Nuestra ciencia no es, pues, nunca, más que probable y sus resultados deben estar acompañados siempre de una estimación de su probabilidad. ¿No se pone, en Física, en evidencia los límites entre los cuales varían los errores posibles enunciando siempre los resultados con *una cantidad aproximada*?

d) *Positivismo*.—El *positivismo* es un esfuerzo para fundar el valor *relativo* de la ciencia, no, como Kant, á nombre de una crítica de la razón y sobre principios *a priori* del conocimiento, sino sobre la experiencia, negándose á concebir otro dominio de la certeza que el de la ciencia. No hay más que un género de verdad: las verdades científicas. La certeza moral, la creencia, no tiene, por sí misma, ningún valor propio. Se hará de ella el objeto de un estudio científico y tendrá el valor que le confiera este estudio. No podrán exceder este valor.

Todos nuestros conocimientos son el resultado de la experiencia. Pero el método experimental no necesita apoyarse sobre un fundamento extraño á él. Establece su certeza por el hecho de que tal método existe.

Stuart Mill lo hace notar claramente. Todas las experiencias que, una vez tomadas las precauciones usuales, concuerdan de nuevo y nos dan leyes de las cuales no hemos visto jamás una excepción, constituyen, á su vez, una experiencia general que nos permite afirmar esta inducción necesaria y universal, base de todas las demás: el método experimental es capaz de establecer verdades, es decir, proposiciones que no serán nunca desmentidas. *El conjunto de las experiencias es la garantía de cada experiencia.*

Un hombre de buen sentido no puede poner en duda esta indicación. A un crítico no convencido se le podría siempre responder como respondió aquel filósofo á quien se le negaba la posibilidad del movimiento y se puso á andar. Para responder á toda duda acerca de la validez de la experiencia, basta mostrar el éxito de las leyes fundadas sobre la experiencia. Pero, entiéndase bien, á la experiencia no podemos atribuirle más que un valor humano. El fondo de las cosas permanece desconocido. No conocemos más que las relaciones que sostienen entre sí los datos de la experiencia, y estas relaciones no existen aún más que en relación á nosotros mismos. Puesto que no salimos de la experiencia, no puede tratarse de una verdad cuyo valor exceda esta experiencia. *Prácticamente*, el número de experiencias que el hombre ha acumulado es infinito; así, la garantía de un conocimiento cualquiera, adquirido por el método experimental, es todo lo grande que se puede concebir; pero con una condición: que no se trata más que de una verdad *relativa* que, *prácticamente*, para nosotros, está asegurada.

e) *Evolucionismo*.—El evolucionismo funda de un modo más lógico el positivismo cuando muestra que nuestros conocimientos no son más que el resultado de la adaptación hereditaria de nuestro organismo al medio. Dado nuestro medio, el mundo tal como le conocemos y nosotros mismos tales como nos conocemos, nuestro conocimiento, no puede ser distinto de como es establecido. Es el resultado necesario y universal, para toda la especie humana, de las acciones recíprocas de nuestro ser y del medio. Es, pues, completamente cierto para la especie y no podemos ni aun pensar, de un modo razonable, en lo que podría ser en condiciones totalmente desconocidas para nosotros. Como todo organismo, nuestro espíritu es una resultante que ofrece los caracteres, la constitución, la naturaleza que nos presenta, á consecuencia de las grandes leyes de la adaptación al medio y de la selección natural. Aquí también nuestro conocimiento tiene un valor asegurado, pero un *valor* que no es *válido* más que para la especie humana. Se apoya sobre instintos generales de la especie humana que no pueden ser distintos de lo que son en tanto que la especie humana no sea distinta de lo que es.

D. *Indicaciones relativas á una conclusión propuesta (realismo positivo y experimental)*.—Si la verdad científica es solamente aproximada; si, como verdad limitada y relativa, deja fuera de su acción el fondo de las cosas, no es necesario afirmar, por esto, precipitadamente que, á consecuencia de la estructura de nuestro espíritu ó de la naturaleza, no podremos llegar jamás á un conocimiento completo y exacto acerca de cosa alguna. Casi todos los límites que creyó Comte que se

podía imponer á la ciencia han caído hoy. Es preciso, pues, ampliar el positivismo.

Todos los días aportan sus pruebas los métodos científicos y la experiencia aparece como la garantía suficiente de sí misma. Todos los días extiende la ciencia el círculo de las verdades, de los conocimientos *universales y necesarios*, es decir, sobre los cuales todos los hombres razonables están de acuerdo y no pueden menos de estarlo. Parece, pues, que las conclusiones de la Lógica á propósito del problema práctico de la verdad, pueden reproducirse sin alteración desde el punto de vista puramente teórico y que, nuestra ciencia, tiene un fundamento legítimo para aproximarse cada vez más á la verdad absoluta. Esta verdad la expresa la ciencia de un modo *humano*, sin duda. Pero esto significa solamente: *del único modo como podemos comprenderla*. ¿En qué disminuye la verdad esta restricción? Expresarla no es deformar la verdad; es, por el contrario, *darla á conocer*.

Nota muy importante.—Pero, para comprender bien el espíritu con el cual proponemos esta idea general, *importa absolutamente* prestar atención á los dos puntos siguientes:

1.º La ciencia es, más bien, una organización de los métodos que un conjunto de resultados. En efecto: es esencial á los métodos científicos mantenerse dispuestos constantemente á revisar los resultados que han obtenido ya. Estos no son más que piedras miliarias que marcan el camino de la verdad, etapas hacia *una verdad cada vez mayor*. La ciencia está colocada sin cesar

sobre el terreno del espíritu crítico y del libre examen. No es más que este espíritu crítico y este libre examen en acción. Lo que proponemos, pues, es tomar *siempre y en todas partes, en todas las cuestiones*, la actitud científica: aplicarse al *estudio de los hechos*, á su estudio imparcial, sin idea preconcebida ni fin interesado, y á la *crítica* (á la comprobación racional y experimental con toda libertad, pero también sin *parti pris* alguno) *de las conclusiones de este estudio*.

2.º No hay que olvidar tampoco que *no hacemos más que proponer* estas conclusiones. Como se acaba de ver, es esencial á los métodos científicos dejar las cuestiones siempre *abiertas* á estudios complementarios. Luego si es nuestra convicción personal la de que estos métodos son los únicos que permiten llegar á algunas verdades, esta convicción no es, hay que proclamarlo claramente, en el estado actual de las cosas, más que una *convicción*. A la actitud científica misma, que postula *la mayor libertad del pensamiento*, le debemos el dejar el campo libre á los otros esfuerzos, con tal que se hallen siempre dispuestos á inclinarse ante un hecho comprobado. Sabemos muy poco para mirar como nocivo ó inútil que, tendencias y sentimientos íntimos, diferentes de los nuestros, busquen, por otros caminos, su satisfacción. La ciencia tiene el derecho de criticar estas ideas con toda independencia, pero tiene también el deber de dejarse criticar, si la crítica es leal y sincera. La ausencia ó la restricción de los derechos de la crítica ó del pensamiento sería el mayor ataque dirigido al método científico mismo.

El origen de las ideas de tiempo y de espacio suscita



las mismas teorías y las mismas controversias que los principios de la razón propiamente dichos (causa, sustancia, etc.), en la mayor parte de los sistemas, como se ha visto á propósito de Descartes (idea de la materia ó de la extensión), de Kant (formas de la sensibilidad), de Spencer, etc. Por esto no les hemos consagrado un capítulo especial. No hay que hacer más que aplicarles, *mutatis mutandis*, la historia general y las conclusiones contenidas en el presente capítulo.



INDICE

	PÁGS.
CAPÍTULO I.— <i>Las diferentes concepciones de la Lógica.</i>	5
I. Introducción.....	5
II. Las relaciones de la Lógica y de la Filosofía: razones por las cuales la Lógica es tradicional- mente considerada como una parte de la Filosofía.	9
III. La Lógica independiente de la Filosofía.....	15
IV. Conclusión.....	20
CAP. II.— <i>Nociones de Lógica formal.</i>	23
I. Definición de la Lógica formal.....	24
II. Las nociones y los términos.....	25
III. De las proposiciones.....	32
IV. Las inferencias.—El razonamiento.—Las infe- rencias en general.....	35
V. El silogismo.....	40
VI. La reforma de la Lógica formal.—La Logística.	49
VII. Utilidad de la Lógica formal.....	62
CAP. III.— <i>Nociones sumarias sobre el desenvolvimiento del espíritu científico.</i>	70
I. Los orígenes: período religioso y técnico.....	70
II. La ciencia comienza á hacerse racional: perío- do metafísico.....	73
III. La ciencia positiva.....	78
CAP. IV.— <i>Las ciencias.—Clasificación y jerarquía de las ciencias.</i>	83
PRIMERA PARTE: <i>Análisis del conocimiento científico.</i> —I. La ciencia.....	84
H. Definición de la ciencia positiva.....	96

	PÁGS.
SEGUNDA PARTE: <i>Problemas lógicos</i> .—III. Valor de la ciencia.....	105
IV. Clasificación de las ciencias.....	109
«CAP. V.— <i>Nociones sumarias sobre la historia del método y del desenvolvimiento de las ciencias matemáticas</i>	125
I. Definición de las ciencias Matemáticas.....	125
II. Orígenes de la noción de espacio geométrico....	126
III. Orígenes de la noción de número.....	128
IV. Prehistoria de la Geometría.....	135
V. Prehistoria de la Aritmética.....	137
VI. El método matemático entre los antiguos pueblos de Oriente.....	139
VII. Desenvolvimiento de las Matemáticas entre los griegos. Constitución de la Geometría como ciencia racional.....	141
VIII. Constitución científica de la Aritmética y del Algebra.....	146
IX. Conclusión.....	153
«CAP. VI.— <i>Método deductivo. Ciencias matemáticas</i> .—Definiciones. Axiomas y postulados. Demostraciones.....	155
PRIMERA PARTE: <i>Examen de los métodos</i> .—I. Método de las ciencias matemáticas.....	156
II. Los elementos de la deducción matemática.....	158
III. La demostración: su mecanismo.....	168
IV. Las formas de la demostración.....	174
V. Elementos insertos en la deducción matemática...	177
SEGUNDA PARTE: <i>Problemas lógicos</i> .—VI. Origen de las nociones matemáticas.—Fundamento de la deducción.....	181
«CAP. VII.— <i>Nociones históricas sumarias sobre el método de las ciencias de la naturaleza</i>	194
I. Definición de esta expresión: ciencias de la naturaleza.....	194
II. Prehistoria de las ciencias de la naturaleza.....	198
III. Epoca precientífica.....	198
IV. El Renacimiento.—La Física positiva.....	203
V. Aplicación de este método en la Mecánica y en la Física modernas.—Las grandes hipótesis.....	211

VI. Desarrollo de las ciencias biológicas.....	219
VII. Las ciencias naturales.....	227
CAP. VIII.— <i>Método experimental directo</i> .—Métodos de observación y de experimentación. La hipótesis. Las teorías. Papel de la inducción y de la deducción. Clasificación.....	230
PRIMERA PARTE: <i>Examen de los métodos</i> .—I. La observación directa de los hechos en las ciencias de la naturaleza material.....	231
II. De la inducción en general.....	233
III. El establecimiento de una ley natural: la medida y la expresión matemática de la ley.....	258
IV. La deducción en las ciencias experimentales. Los principios. Conclusión general sobre el método experimental.....	274
V. Las teorías ó grandes hipótesis.....	290
VI. Operaciones accesorias de las inductivas.....	296
SEGUNDA PARTE: <i>Problema lógico</i> .—VII. Valor del método inductivo: el fundamento de la inducción.....	301
VIII. La certeza experimental.....	308
IX. Ejemplo general.....	312
CAP. IX.— <i>Historia sumaria de los métodos en las ciencias psicológicas, históricas y sociales</i>	329
I. Definiciones.....	329
II. Desarrollo de las ciencias psicológicas.....	330
III. Desarrollo de las ciencias históricas y sociales.....	340
CAP. X.— <i>Los medios indirectos de observación en las ciencias psicológicas y sociales (ó morales). Método psicológico y método histórico</i>	352
I. Método de observación indirecta en Psicología...	353
II. La observación indirecta en Sociología.....	372
III. Resultados del método crítico: Sus ventajas: el espíritu crítico.....	402
CAP. XI.— <i>El error y la verdad</i>	404
I. Definiciones preliminares y posición de los problemas.....	404
II. Las diferentes clases de errores.....	406
III. Naturaleza lógica del error.....	407

	PÁGS.
IV. Medios de evitar el error.....	409
V. Naturaleza lógica de la verdad.....	410
CAP. XII.— <i>Teoría del conocimiento</i>	417
PRIMERA PARTE: <i>Realidad del mundo exterior y valor de la ciencia</i> .—Preliminares: definición de la metafísica.....	418
I. Definición y utilidad de una teoría del conocimiento.....	421
II. La realidad del mundo exterior. Valor del conocimiento sensible.....	425
III. Valor de la ciencia. Problema de la certeza....	434
CAP. XIII.— <i>La teoría del conocimiento</i> . (Continuación.)	446
SEGUNDA PARTE: <i>Apriorismo y empirismo. Idea general</i> .—I. Los principios racionales: apriorismo y empirismo (teoría metafísica de su origen).....	446
II. Idea de conjunto sobre las teorías del conocimiento.....	462





BIBLIOTECA NACIONAL DE ESPAÑA



1104440838