

CAPÍTULO VIII

DE LOS CUATRO MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

1. Los modos más sencillos y más familiares de separar del grupo de las circunstancias que preceden o siguen a un fenómeno aquellas otras a las cuales está realmente ligado por una ley inviolable, son dos. El uno consiste en comparar los diferentes casos en los que el fenómeno se presenta; el otro, en comparar los casos en que el fenómeno tiene lugar con casos semejantes bajo otros aspectos, pero en los cuales no se presenta. Se puede llamar a estos dos métodos, el uno método de concordancia; el otro, método de diferencia.

Al exponer estos métodos es necesario no perder de vista el doble carácter de las investigaciones de las leyes naturales, que tienen por objeto encontrar, tan pronto la causa de un efecto dado, tan pronto los efectos o las propiedades de una causa dada. Examinaremos los métodos en sus aplicaciones a estos dos géneros de investigación, y tomaremos ejemplos igualmente del uno y del otro.

Designaremos los antecedentes por letras mayúsculas, y los consecuentes que les corresponden, por minúsculas.

Sea A un agente, una causa, y supongamos que la investigación tiene por objeto determinar los efectos de esta causa. Si se puede encontrar o reconocer el agente A en medio de circunstancias variadas, y si los diferentes casos no tienen ninguna circunstancia común, excepto A, el efecto cualquiera que se produzca en todas las experiencias es señalado como el efecto de A. Supongamos, por ejemplo, que A es puesto en ensayo con B y C, y que el efecto es *a b c*, luego que A yendo unida a D y a E, pero sin B ni C, el efecto es *a d e*. Esto sentado, he aquí cómo se razonará: *b* y *c* no son los efectos de A, pues no han sido producidos por A en la segunda experiencia; *d* y *e* no lo son tampoco, pues no han sido producidos en la

primera. El efecto real, cualquiera que sea, de A, debe haber sido producido en los dos casos; ahora bien: no hay sino la circunstancia *a* que llene esta condición; el fenómeno *a* no puede ser el efecto de B ni de C, puesto que es producido en su ausencia, ni de D y de E, por la misma razón. Luego es el efecto de A.

Ejemplo: El antecedente A es el contacto de una sustancia alcalina y de un aceite. Efectuándose esta operación en circunstancias variadas que no se parecen en nada más, los resultados concuerdan en la producción de una sustancia grasienta, detergiva o jabonosa. Se concluye de aquí, pues, que la combinación de un aceite y de un álcali causa la producción de un jabón. Y esta es la investigación, por el método de concordancia, del efecto de una causa dada.

Se puede, de la misma manera, buscar la causa de un efecto dado. Sea *a* el efecto. Aquí, como hemos visto en el capítulo precedente, nuestro único recurso es la observación sin la experimentación. Nosotros no podemos tomar un fenómeno cuyo origen no nos es conocido, y tratar de determinar su forma de producción produciéndole, y si una prueba hecha así, al acaso, resultase, no sería sino por accidente. Pero si podemos observar *a* en dos combinaciones diferentes, *a b c* y *a d e*, y si sabemos o podemos descubrir que las circunstancias antecedentes en los dos casos eran A B C y A D E, concluiremos, por un razonamiento semejante al del primer ejemplo, que A es el antecedente ligado al consecuente *a* por una ley de causación. A y C, diremos, no pueden ser las causas de *a*, puesto que no estaban presentes en su segunda aparición, ni tampoco D y E, pues no estaban presentes en la primera. De las cinco circunstancias, A es la única que se encuentra en los dos casos entre los antecedentes de *a*.

Ejemplo: Sea el efecto *a* la cristalización. Se compara dos casos conocidos en los que los cuerpos toman la estructura cristalina, sin ningún otro punto de conformidad, y, en cuanto se pueda observar, se encuentra que tienen un antecedente común, uno solo, que es el depósito en estado sólido de una materia en estado líquido, en estado de fusión o de disolución. Se concluye, pues, que la solidificación de una sustan-

cia en estado líquido es el invariable antecedente de su cristalización.

En este ejemplo no se puede ir mas lejos, y decir que este fenómeno no es solamente un antecedente invariable, sino que es la causa, o, por lo menos, el acontecimiento próximo que completa la causa. En este caso, en efecto, se está en situación, después de haber descubierto el antecedente A, de producirle artificialmente, y de comprobar el resultado de la inducción encontrando que va seguido de *a*. La importancia de esta inversión de la prueba se reveló de una manera evidente cuando un químico (el doctor Wollaston, creo), habiendo observado durante años sin tocarle, un frasco lleno de partículas silíceas, obtuvo cristales de cuarzo; y en la experiencia no menos interesante en la cual sir James Hall produjo mármol artificial, por el enfriamiento a una presión enorme de sus materias en fusión; dos ejemplos admirables de la luz que una interrogación bien dirigida de la Naturaleza puede arrojar sobre sus operaciones más secretas.

Pero si no es posible producir artificialmente el fenómeno A, la conclusión que es la causa de *a* es muy dudosa. Aunque invariable, puede no ser el antecedente incondicionado de *a*, sino solamente precederle, como la noche precede al día o el día a la noche. Esta incertidumbre resulta de la imposibilidad de cerciorarse de que A es el único antecedente inmediato común a los dos casos. Si estuviéramos seguros de haber determinado todos los antecedentes invariables, podríamos estarlo de que el antecedente incondicionado, o la causa, estará en el número de ellos. Desgraciadamente, casi nunca es posible determinar todos los antecedentes, a menos que el fenómeno no sea uno de los que se pueden producir artificialmente. Aun entonces la dificultad sólo es revelada, pero no descartada. Mucho tiempo antes de que se descubriese cuál era la circunstancia realmente efectiva en los medios empleados, a saber, la presión de la atmósfera sobre la superficie del agua, se sabía elevar el agua por medio de bombas. Es, sin embargo, más fácil analizar completamente una disposición ordenada por nosotros mismos que la masa compleja de las fuerzas puestas en juego por la Naturaleza en el momento de la producción de

un fenómeno dado. Podemos, sí, en una experiencia con la máquina eléctrica, dejar escapar algunas circunstancias importantes; pero, en definitiva, las conocemos un poco mejor que las del trueno.

El modo de descubrir y de probar las leyes de la Naturaleza que acabamos de considerar procede según el axioma siguiente: una circunstancia que puede ser excluída sin perjudicar al fenómeno, o que pueda estar ausente cuando el fenómeno está presente, no está ligada por causación. Eliminadas de este modo las circunstancias accidentales, si queda una sola, esta es la causa buscada. Si quedan varias, ellas son la causa o la contienen. Lo mismo sucede, *mutatis mutandis*, con el efecto. Como este método consiste en comparar casos diferentes para comprobar en qué concuerdan, le he llamado el método de concordancia, y se puede adoptar como su principio regulador el canon siguiente:

PRIMER CANON

Si dos o más fenómenos objeto de la investigación tienen solamente una circunstancia común, la circunstancia en la cual todos los casos concuerdan es la causa (o el efecto) del fenómeno.

Dejando por el momento el método de concordancia, al cual volveremos al instante, pasemos a un instrumento de investigación de la Naturaleza aún más poderoso: el método de diferencia.

2. Por el método de concordancia se trataba de obtener casos que concordasen en la circunstancia dada, pero que difiriesen en toda otra. En el método de diferencia es preciso, por el contrario, encontrar dos casos que, semejantes bajo todas las demás relaciones, difieren por la presencia o la ausencia del fenómeno estudiado. Si se trata de descubrir los efectos de un agente *A*, es preciso tomar a *A* en algunos grupos de circunstancias comprobadas, como *A B C*, y habiendo notado los efectos producidos, compararlos con el efecto de otras circunstancias *B C* cuando *A* está ausente. Si el efecto de *A B C* es *a b c*, y el efecto de *B C*, *b c*, es evidente que el efecto de *A*

es a . Del mismo modo si, comenzando por el otro extremo, se quieren determinar las causas de un efecto a , es preciso escoger un caso como $a b c$, en el cual el efecto se produce, y en que los antecedentes eran $A B C$, y ponerse en acecho de otro caso en el cual las circunstancias restantes $b c$ se presentan sin a . Si en este último caso los antecedentes son $B C$, se sabe que la causa de a debe ser A , solo o unido a alguna de las demás circunstancias presentes.

No hay, pues, necesidad de dar ejemplos de un procedimiento lógico al cual debemos casi todas las conclusiones inductivas que sacamos en cualquier instante de la vida. Cuando un hombre se ha herido el corazón por una bala, conocemos por este método que el tiro le ha matado; pues estaba lleno de vida inmediatamente antes, siendo todas las circunstancias las mismas, salvo la herida.

Los axiomas implicados en este método son los siguientes: Un antecedente que no puede ser excluido sin suprimir el fenómeno es la causa o una condición de este fenómeno. Un consecuente que puede ser excluido sin que haya otra diferencia en los antecedentes que la ausencia de uno de ellos, es el efecto de este antecedente. En lugar de comparar casos diferentes de un fenómeno para descubrir en qué concuerdan, este método compara uno de los casos en que se presenta con un caso en que no se presenta, a fin de descubrir en qué difieren estos casos. El principio regulador del método de diferencia puede formularse en el canon siguiente:

SEGUNDO CANON

Si un caso en el cual el fenómeno se presenta y un caso en que no se presenta tienen todas las circunstancias comunes, fuera de una sola, presentándose ésta solamente en el primer caso, la circunstancia única en la cual difieren los dos casos es el efecto, o la causa, o parte indispensable de la causa, del fenómeno.

3. Estos dos métodos tienen muchos rasgos de semejanza; pero difieren también en muchos puntos. Son ambos métodos de *eliminación*. Este término (empleado en la teoría de las

ecuaciones para designar la operación por la cual, siendo excluidos ciertos elementos de una cuestión, uno después de otro, la solución depende de la relación de los únicos elementos restantes) es muy propio para expresar la operación que desde Bacon es considerada como el fundamento de la investigación experimental; a saber: la exclusión sucesiva de diversas circunstancias que acompañan a un fenómeno dado, a fin de comprobar cuáles son aquellas cuya ausencia es compatible con la presencia del fenómeno. El método de concordancia reposa en este principio: que nada de lo que puede ser eliminado está ligado por una ley al fenómeno; el método de diferencia sobre éste: que todo lo que no puede ser eliminado está ligado al fenómeno por una ley.

El método de diferencia es más particularmente un método de experiencia artificial; el de concordancia es más especialmente el recurso empleado cuando la experimentación es imposible. Algunas palabras bastarán para establecer este hecho y para dar su razón.

Un carácter propio y esencial del método de diferencia es que la naturaleza de las combinaciones que requiere es más rigurosamente determinado que en el método de concordancia. Los dos casos a comparar deben ser exactamente similares en todas las circunstancias, excepto aquella que es el objeto de la investigación; es preciso que estén en la relación de $A B C$ y $B C$, o de $a b c y b c$. Es verdad que esta semejanza de circunstancias no tiene necesidad de extenderse a las que se sabe ya que son sin importancia para el resultado, y en el caso de esos numerosos fenómenos coexistentes que la experiencia común nos aporta todos a la vez, la mayor parte pueden estar presentes o ausentes, sin que el fenómeno dado sea afectado por ello, o si están presentes, lo están indiferentemente cuando el fenómeno se produce y cuando no se produce. Sin embargo, aun limitando la identidad requerida entre los dos casos $A B C$ y $B C$ a las únicas circunstancias que no han sido ya reconocidas indiferentes, es muy raro que la Naturaleza presente dos hechos de los que se pueda asegurar que están el uno respecto al otro en esta situación precisa. Hay generalmente en las operaciones espontáneas de la Naturaleza tal complicación y obs-

curidad, se ejercen lo más frecuentemente en una escala tan desmesuradamente grande o tan inaccesiblemente pequeña, estamos en tal ignorancia de la mayor parte de los hechos que realmente se producen, y aun los mismos que conocemos son tan múltiples, y, por consiguiente, tan rara vez exactamente semejantes en dos casos, que una experiencia espontánea como la que exige el método de diferencia no se encuentra comúnmente. Cuando, por el contrario, producimos un fenómeno por una experiencia artificial, obtenemos, como a voluntad, un grupo de casos tales como el método los pide, siempre que la operación no dure mucho tiempo. Cierta estado de circunstancias existe en el momento en que comienza la experiencia, sea B C. Entonces introducimos A, por ejemplo, cambiando solamente de lugar un objeto antes de que los otros elementos hayan tenido tiempo de experimentar un cambio. En pocas palabras (como hace notar M. Comte): el carácter propio de una experiencia es introducir en el estado preexistente de circunstancias un cambio perfectamente definido. Escogemos primeramente un estado de cosas tan bien conocido, que un cambio de cosas que se produzca no podrá pasar inadvertido, e introducimos tan pronto como podemos el fenómeno que queremos estudiar; de suerte que, en general, debemos estar perfectamente seguros que el estado preexistente y el que nosotros hemos producido no difieren en nada, si no es en la presencia o ausencia de este fenómeno. Si sacamos a un pájaro de una jaula y le sumergimos en seguida en el gas ácido carbónico, el experimentador puede estar completamente seguro (todo lo más, después de uno o dos ensayos) que ninguna circunstancia capaz de causar la asfixia ha sobrevenido en el *interin*, sino el paso de la inmersión en la atmósfera a la inmersión en el gas. Puede, en verdad, quedar una duda en algún caso de esta naturaleza. El efecto puede haber sido producido, no por el cambio, sino por los medios empleados para efectuarle. Sin embargo, la posibilidad de este caso puede generalmente ser comprobada de una manera concluyente por otras experiencias. Por esto se ve que en el estudio de los fenómenos en que nos es imposible modificar y comprobar a voluntad, podemos, en general, llenar las condiciones del méto-

do de diferencia; mientras que no lo pueden ser sino raras veces por las operaciones espontáneas de la Naturaleza.

En el método de concordancia sucede todo lo contrario. No se exigen aquí casos de una naturaleza tan especial y tan definida. Todos los casos en que la Naturaleza nos presenta un fenómeno pueden ser examinados, y si estos casos concuerdan *todos* en alguna cosa, ya se ha obtenido una conclusión de gran valor. A la verdad, rara vez se puede estar seguro que el punto de concordancia observado sea el único; pero esta ignorancia no vicia la conclusión como en el método de diferencia. La certidumbre del resultado, sea el que quiera, no es alterada por ella. No se ha determinado un antecedente o un consecuente invariable, a pesar de que otros muchos antecedentes y consecuentes invariables permanecen indeterminados. Si $A B C$, $A D E$, $A F G$, son seguidos igualmente de a , a es entonces una consecuencia invariable de A . Si $a b c$, $a d e$, $a f g$, presentan todos a A entre sus antecedentes, A está ligado como antecedente a a por una ley invariable. Pero para determinar si este invariable antecedente es una causa, o este invariable consecuente un efecto, es preciso estar además en estado de producir uno de los dos por medio del otro, o, por lo menos, de obtener lo que sólo da la certidumbre de que se ha producido alguna cosa, a saber: un caso en el cual el efecto a ha comenzado a existir, sin que haya otro cambio en las circunstancias preexistentes que la adición de A ; y esto, si se puede hacer, es una aplicación del método de diferencia, y no del de concordancia.

Así es evidente que sólo por el método de diferencia es por el que se puede, por vía de experiencia directa, llegar con certidumbre a las causas. El método de concordancia no conduce más que a las leyes de los fenómenos (como se les llama a veces, pero impropriamente, puesto que las leyes de casualidad son también leyes de los fenómenos), es decir, a uniformidades que, o no son leyes de causación, o respecto de los cuales la cuestión de casualidad puede, por el momento, quedar indecisa. El método de concordancia es principalmente apropiado para sugerir las aplicaciones del de diferencia así, en el último ejemplo, la comparación de $A B C$, $A D E$,

A F G, sugiere que A es el antecedente a experimentar para saber si produce *a*); o, como último recurso, en el caso en que el método de diferencia sea impracticable, lo que, como se ha visto, proviene de la imposibilidad de producir artificialmente los fenómenos; y de aquí viene que el método de concordancia, aunque aplicable en principio al uno y al otro caso, es de preferencia el procedimiento más especial de investigación en las materias en que la experimentación artificial es imposible, porque es entonces casi siempre el único recurso directamente inductivo; mientras que para los fenómenos que se pueden producir artificialmente, el método de diferencia constituye un procedimiento más seguro para determinar las causas tanto como las simples leyes.

4. Hay, sin embargo, muchos casos en que, aunque la facilidad de producir los fenómenos sea completa, el método de diferencia no es completamente utilizable, o no lo puede ser más que por el previo empleo del de concordancia. Esto es lo que sucede cuando la acción por la cual podemos producir el fenómeno no es la de un solo antecedente, sino la de una combinación de antecedentes que no podemos separar los unos de los otros y obtenerlos aisladamente. Supongamos, por ejemplo, que se trata de averiguar la causa de la doble refracción de la luz. Se puede a voluntad producir este fenómeno, empleando una cualquiera de las sustancias numerosas que refractan la luz de esta manera particular. Pero si, tomando una de estas sustancias, el espato de Islandia, por ejemplo, se quiere saber de cuál de las propiedades de este cuerpo depende este notable fenómeno, no se podría hacer uso del método de diferencia, pues no se encuentra otra sustancia semejante en todo, excepto en una propiedad: el espato de Islandia. La única manera, pues, de proseguir esta investigación es el método de concordancia, por el cual, efectivamente, se comprueba que todas las sustancias conocidas que tienen la propiedad de refractar doblemente la luz, concuerdan en la circunstancia de ser cristalinas; y aunque lo recíproco no tenga efecto, y todas las sustancias cristalinas no tengan la propiedad de esta doble refracción, se concluye, con razón, que existe una conexión entre estas propiedades, y

que la estructura cristalina o la causa que determina esta estructura es una de las condiciones de esta doble refracción.

Este empleo del método de concordancia da lugar a una modificación particular del procedimiento, que es a la vez de una gran utilidad en la investigación de la Naturaleza. Cuando, como en los ejemplos precedentes, no es posible obtener la pareja del caso requerido por nuestro segundo canon—caso concordante en todos sus antecedentes excepto *A*, o en todos los consecuentes, excepto *a*—, se puede, sin embargo, por un doble empleo del método de concordancia, descubrir en qué difieren los casos que contienen *A* o *a* de los que no las contienen.

Si comparando diversos casos en los que *a* aparece, se encuentra que todos tienen de común la circunstancia *A* y (en cuanto se puede observar) ninguna otra, el método de concordancia atestigua una conexión entre *A* y *a*. Para convertir esta prueba de conexión en prueba de causación por el método directo de diferencia, sería preciso poder, en alguno de estos casos, por ejemplo, en *A B C*, excluir *A* y ver si haciendo esto no se presenta *a*. Ahora bien: supuesto (lo que es frecuente) que no estemos en situación de hacer esta experiencia decisiva, si conseguimos en alguna manera descubrir cuál habría sido su resultado en el caso en que hubiera sido hecha, la ventaja será la misma. Supuesto, pues, que habiendo examinado primero diversos casos en los cuales *a* se presentaba, y visto que concordaban en que todos contenían a *A*, observamos ahora diferentes casos en los cuales *a* no se presenta y vemos que concuerdan en que no contienen a *A*, el método de concordancia establece entre la ausencia de *A* y la ausencia de *a* la misma conexión establecida anteriormente entre su presencia. Del mismo modo, por consiguiente, que ha sido comprobado que siempre que *A* se encuentra presente, *a* se encuentra también, mostrando ahora que cuando *A* es descartada, *a* falta también, se obtiene, por una de las proposiciones *A B C*, *a b c*, para la otra *B C*, *b c*, que son los casos positivos y negativos requeridos por el método de diferencia.

Este método puede ser llamado método indirecto de diferencia, o co-método de concordancia y de diferencia, por ser

cada prueba independiente de la otra y corroborarla. Pero no es equivalente a una prueba por el método de diferencia directo, pues las condiciones de este método no se cumplen sino cuando se está completamente seguro de que los casos afirmativos de *a* no concuerdan en ningún otro antecedente más que en *A*, o que los casos negativos de *a* no concuerdan en nada más que en la negación de *A*. Ahora bien: si fuera posible (lo que no sucede nunca) tener esta certidumbre, no habría necesidad del doble método, pues cada uno de los dos grupos de casos bastaría separadamente para probar la causación. Este método indirecto no puede, por consiguiente, ser considerado más que como una extensión y un perfeccionamiento del método de concordancia, sin que adquiriera nunca, sin embargo, la fuerza apremiante del método de diferencia. Su canon puede ser formulado como sigue:

TERCER CANON

Si dos casos o más en los cuales se efectúa el fenómeno tienen una sola circunstancia común, mientras que dos casos o más en los cuales no se efectúa no tienen más de común que la ausencia de esta circunstancia, la circunstancia por la cual únicamente difieren los dos grupos de casos es el efecto, o la causa, o una parte necesaria de la causa del fenómeno.

Vamos a ver ahora que el método conjunto de concordancia y de diferencia constituye, bajo otro respecto no examinado aún, un perfeccionamiento del método de concordancia, en que está exento de un defecto característico de este método, cuya naturaleza nos queda por indicar. Pero como no se podría emprender esta exposición sin introducir un nuevo elemento de complicación en esta larga y difícil discusión, la dejaré para otro capítulo, y pasaré ahora a la exposición de otros dos métodos que completan la suma de los medios que poseen los hombres para explorar las leyes de la Naturaleza por la observación científica y la experiencia.

5. El primero de estos métodos ha sido convenientemen-

te denominado método de los residuos. Su principio es muy sencillo. Separando de un fenómeno dado todo lo que, en virtud de indicaciones anteriores, puede ser atribuido a causas comunes conocidas, lo que reste será el efecto de los antecedentes que han sido despreciados o cuyo efecto era aún una cantidad desconocida.

Supuesto, como anteriormente, que tenemos los antecedentes $A B C$ seguidos de los consecuentes $a b c$, y que por inducciones anteriores (fundadas, lo suponemos, en el método de diferencia) se han determinado las causas de algunos de estos efectos, o los efectos de algunas de estas causas, y que se sabe por ello que el efecto de A es a , y el efecto de B , b . Separando del fenómeno total la suma de estos efectos, queda c , que ahora, sin otra experiencia, es reconocido como efecto de C . Este método de los residuos es en el fondo una modificación particular del método de diferencia. Si el $A B C$, $a b c$, hubiera podido ser comparado con un caso único, $A B$, $a b$, se habría probado por el procedimiento ordinario del método de diferencia que C es la causa de c . En el ejemplo actual, en lugar de un caso único $A B$, habría habido que estudiar separadamente las causas A y B , e inferir de los efectos que han producido cada uno aparte, el efecto que habrían producido en el caso $A B C$, en que obraban juntos. Así de los dos casos reclamados por el método de diferencia (el uno positivo y el otro negativo), el negativo, es decir, aquel en el cual el fenómeno está ausente, no es el resultado directo de la observación y de la experimentación, sino que ha sido obtenido por deducción. Siendo una de las formas del método de diferencia el método de los residuos, participa de su rigurosa certidumbre, siempre que las inducciones previas, las que daban los efectos de A y B , sean obtenidas por el mismo procedimiento infalible y siempre que se esté seguro de que C es el único antecedente al cual el fenómeno-residuo c puede ser referido, el único agente cuyo efecto no hubiera sido ya calculado y excluido. Pero como no se puede nunca tener esta completa certidumbre, la prueba dada por el método de los residuos no es completa, a menos de poder obtener C artificialmente y experimentarles separadamente, o a menos de que su acción, una

vez indicada, no pueda ser explicada y deductivamente derivada de leyes conocidas.

Aun con estas restricciones, el método de los residuos es uno de los más importantes instrumentos de descubrimiento. De todos los procedimientos de investigación de la Naturaleza, es el más fértil en resultados inesperados, haciéndonos conocer a veces sucesiones en las cuales ni la causa ni el efecto eran bastantes manifiestos para atraer la atención de los observadores. El agente C puede ser una circunstancia obscura que probablemente no será advertida, a menos de buscarla, si la atención no es despertada por la insuficiencia de las causas conocidas para rendir cuenta de la totalidad del efecto; y c puede estar quizás tan disfrazado por su mezcla con a y b, que difícilmente sería presentado espontáneamente como objeto especial de examen. Daremos bien pronto algunos ejemplos notables del empleo de este método de los residuos. He aquí el canon:

CANON CUARTO

Separad de un fenómeno la parte que se sabe, por inducciones anteriores, ser el efecto de ciertos antecedentes, y el residuo del fenómeno es el efecto de los antecedentes restantes.

6. Queda una clase de leyes que no es posible determinar por ninguno de los tres métodos que hemos tratado de caracterizar. Son las leyes de estas causas permanentes, de esos agentes naturales indestructibles que es a la vez imposible excluir y aislar; que no podemos ni impedir que se presenten, ni impedir que se presenten solos.

Parecería, en el primer momento, que no se podría de ninguna manera separar los efectos de estos agentes de los de aquellos otros fenómenos con los cuales no podemos impedir que coexistan. Para la mayor parte de las causas permanentes, sin embargo, esta dificultad no existe, puesto que, aunque no puedan ser eliminadas como hechos coexistentes, pueden serlo como agentes influyentes, experimentando en un lugar fuera

de los límites de su acción. Las oscilaciones del péndulo, por ejemplo, son perturbadas por la proximidad de una montaña; alejamos el péndulo a una distancia suficiente, y la perturbación no tiene lugar; podemos con estos datos determinar, por el método de diferencia, la suma de efecto debido a la montaña, y, más allá de una cierta distancia, todo sucede precisamente como si la montaña no ejerciese ninguna influencia, de donde podemos legítimamente concluir que, en efecto, es así.

La dificultad de aplicar los métodos precedentemente descritos a la determinación de los efectos de las causas permanentes está limitada a los casos en los cuales nos es imposible salir localmente de los límites de su influencia. El péndulo puede ser sustraído a la influencia de la montaña; pero no a la influencia de la tierra. No podemos alejar el péndulo de la tierra ni la tierra del péndulo, para ver si continuará oscilando en el caso en que la acción de la tierra fuera suprimida. ¿Sobre qué prueba, pues, atribuimos sus vibraciones a la influencia de la tierra? No sobre una prueba sancionada por el método de diferencia, pues falta uno de los dos casos: el negativo. Tampoco por el método de concordancia, pues aunque todos los péndulos concuerdan en que durante sus oscilaciones la tierra está siempre presente, ¿no podríamos también atribuir el fenómeno al sol, que es igualmente un hecho coexistente en todas las experiencias? Es evidente que para establecer un hecho de causación tan simple, es preciso otro método distinto.

Tenemos otro ejemplo: el fenómeno calor. Independientemente de toda hipótesis sobre la naturaleza real del agente así llamado, es cierto, de hecho, que nos es imposible privar al cuerpo de todo calor. Es cierto igualmente que jamás se ha visto el calor de otra manera que emanando de un cuerpo. No pudiendo, pues, separar el cuerpo del calor, no es posible crear esa variación de circunstancias que los tres métodos precedentes requieren; no se puede determinar por estos métodos qué porción de los elementos manifestados por el cuerpo es debida al calor que contiene. Si se pudiera observar un cuerpo, unas veces con calor y otras sin él, el método de diferencia descubriría el efecto debido al calor, aparte del debido

al cuerpo mismo. Si se pudiera observar el calor en circunstancias que no tuviesen nada de común más que el calor, y, por consiguiente, no caracterizadas también por la presencia de un cuerpo, se determinaría por el método de concordancia los efectos del calor, comparando un caso de calor con un cuerpo, con un caso de calor sin un cuerpo, o bien por el método de diferencia, cuál es el efecto debido al cuerpo cuando el debido al calor hubiese sido asignado por el método de los residuos. Pero nada de esto nos es posible y sin ello, la aplicación de uno cualquiera de los tres métodos a la solución de este problema sería ilusoria. Sería inútil, por ejemplo, tratar de comprobar el efecto del calor excluyendo de los fenómenos presentados por un cuerpo todo lo que depende de sus demás propiedades, pues no habiendo observado nunca cuerpos sin calor, los efectos debidos a este calor formarían parte de los resultados mismos que querríamos excluir para que el efecto del calor pudiera manifestarse por el residuo.

Si, por consiguiente, no hubiera más que estos tres métodos de experimentación, seríamos incapaces de determinar los efectos debidos al calor como causa. Pero tenemos aún un recurso. Aunque sea imposible excluir completamente un antecedente, podemos estar en situación, o la Naturaleza por nosotros, de modificarle de alguna manera. Por modificación es preciso entender un cambio, que no llega hasta su supresión total. Si una determinada modificación en el antecedente *A* va siempre seguida de un cambio en el consecuente *a*, permaneciendo los mismos los otros consecuentes *b* y *c*, o *viceversa*; si cada cambio en *a* es precedido de alguna modificación de *A*, sin que se observe ninguna en los otros antecedentes, se puede con toda seguridad concluir que *a* es, en todo o en parte, un efecto de *A*, o por lo menos está ligado de alguna manera a *A* casualmente. En cuanto al calor, por ejemplo, aunque no se le pueda expulsar completamente de un cuerpo, se puede modificar su cantidad, aumentarla o disminuirla, y de esta manera se encuentra, por los diferentes métodos de experimentación y de observación, que el aumento o la disminución del calor va seguido de la expansión o de la contracción del cuerpo. Se llega así a concluir lo que sería imposible de otra

manera: que uno de los efectos del calor es aumentar el volumen de los cuerpos, o, lo que viene a ser lo mismo, a aumentar las distancias entre sus partículas.

Un cambio que no llega hasta la supresión total de la cosa, es decir, que la deja lo que ella era, debe contener ya sobre su cantidad, ya sobre alguna de sus relaciones variables con otras cosas, relaciones, la principal de las cuales es su posición en el espacio. En el ejemplo precedente, la modificación del antecedente afectaba a su cantidad. Supongamos ahora que se trata de saber qué influencia ejerce la luna sobre la superficie de la tierra. No se puede excluir a la luna para ver qué fenómenos terrestres haría cesar su ausencia. Pero cuando se ve que todas las variaciones en la *posición* de la luna van seguidas de variaciones correspondientes de lugar y de tiempo en la marea alta, siendo siempre el lugar la parte de la tierra más próxima o más alejada de la luna, se tiene plenamente la prueba de que la luna es, en parte o totalmente, la causa que produce las mareas. Sucede generalmente, como en este ejemplo, que las variaciones de un efecto corresponden o son análogas a las de su causa. Así cuando la luna avanza hacia el Oriente, las olas hacen lo mismo. Pero no es esta una condición indispensable, pues se ve en este mismo ejemplo que cuando la mar se eleva en un punto se eleva en el mismo instante en el punto diametralmente opuesto y, por consiguiente, avanza necesariamente hacia el Oeste, mientras que la luna, seguida por las olas más cerca de ella, va hacia el Este, y, por consiguiente, estos dos movimientos son efectos del movimiento de la luna.

Se prueba de la misma manera que las oscilaciones del péndulo son producidas por la tierra. Estas oscilaciones tienen lugar entre puntos equidistantes á los dos lados de una línea que, siendo perpendicular a la tierra, varía con cada variación de la posición de la tierra en el espacio o relativamente al objeto. Para hablar exactamente, este método nos hace conocer solamente que todos los cuerpos terrestres tienden hacia la tierra y no hacia un punto fijo desconocido, colocado en la misma dirección. Cada veinticuatro horas, por la rotación de la tierra, la línea trazada del cuerpo a la tierra

en ángulo recto coincide sucesivamente con todos los radios de un círculo; y en el curso de seis meses, el lugar de este círculo varía en unos doscientos millones de millas. Sin embargo, la línea según la cual los cuerpos tienden a caer conserva, en todos estos cambios de posición de la tierra, la misma dirección; lo que prueba que la pesantez terrestre va dirigida hacia la tierra, y no, como se había imaginado, hacia un punto fijo del espacio.

El método por el cual se obtienen estos resultados puede ser llamado método de las variaciones concomitantes. Está sometido al canon siguiente:

QUINTO CANON

Un fenómeno que varía de cierta manera, siempre que otro fenómeno varía de la misma manera, es, o una causa o un efecto de este fenómeno, o está ligado a él por algún hecho de causalidad.

Esta última frase es añadida, porque de que dos fenómenos vayan acompañados siempre en sus variaciones no se sigue de ningún modo que el uno sea la causa del otro o su efecto. Esta circunstancia puede, y aun debe, tener lugar si son dos efectos diferentes de una causa común; de suerte que por sólo este método no se podría nunca decidir cuál de las dos suposiciones es la verdadera. El único medio de disipar la duda sería el que nosotros hemos recordado tantas veces, a saber: asegurarse de si se puede producir uno de los grupos de variaciones por el otro. En el caso del calor, por ejemplo, aumentamos el volumen de un cuerpo elevando su temperatura; pero al aumentar su volumen no elevamos su temperatura; por el contrario, las más veces la rebajamos (como en la rarefacción del aire bajo el recipiente de la máquina neumática), y, por consiguiente, el calor es una causa y no un efecto del aumento del volumen. Si podemos producir nosotros mismos las variaciones, es preciso tratar, aun cuando se consiga raramente, de encontrarlas realizadas por la Naturaleza en algunos

casos cuyas circunstancias preexistentes sean perfectamente conocidas.

Apenas hay necesidad de decir que para determinar la concomitancia de las variaciones en el efecto y de las variaciones en la causa, es preciso usar de las mismas precauciones que en toda otra comprobación de una sucesión invariable. Es preciso, mientras que el antecedente particular está sometido a la serie de variaciones requerida, no cambiar nada a todas las demás; o, en otros términos: para tener derecho a inferir la causación de la concomitancia de las variaciones es preciso que la concomitancia misma sea comprobada por el método de diferencia.

Parecería a primera vista que el método de las variaciones concomitantes supone un nuevo axioma, una nueva ley de causación en general, a saber: que toda modificación de la causa va seguida de un cambio en el efecto. Sucede de ordinario que cuando un fenómeno A produce un fenómeno *a*, cada variación en la cantidad o en las diferentes relaciones de A va siempre seguida de una variación en la cantidad o en las relaciones de *a*. Tomemos un ejemplo familiar: el de la gravitación. El sol produce una cierta tendencia de la tierra al movimiento. Aquí tenemos causa y efecto; pero esta tendencia es *hacia* el sol, y, por consiguiente, cambia de dirección a medida que el sol cambia su relación de posición, y además varía de intensidad en una proporción numérica con la distancia del sol a la tierra, es decir, según otra relación del sol. Vemos así que no solamente hay una invariable conexión entre el sol y la gravitación de la tierra, sino que dos de las relaciones del sol, su posición con respecto de la tierra y su distancia, están invariablemente ligadas como antecedentes a la cantidad y a la dirección de la gravitación de la tierra. La causa de la gravitación de la tierra es simplemente el sol; pero la causa de la intensidad y de la dirección determinadas de la gravitación, es la existencia del sol a una distancia y en una posición determinadas. No hay nada de extraño en que una causa modificada, que de hecho es una causa diferente, produzca un efecto diferente.

Por más de que sea verdad que una modificación de la

causa es seguida de una modificación del efecto, el método de las variaciones concomitantes no lo supone como axioma. Supone solamente la proposición conversas: que una cosa cuyas modificaciones tienen siempre por consecuentes las modificaciones de un efecto debe ser la causa (o debe estar ligada a la causa) de este efecto; proposición evidente, pues si la cosa misma no tiene influencia sobre el efecto, las modificaciones de la cosa no la podrán tener. Si las estrellas no influyen en nada sobre la suerte de los hombres, los términos mismos implican que sus conjunciones u oposiciones no influirán tampoco.

Por más de que las aplicaciones más salientes del método de las variaciones concomitantes tengan lugar en los casos en que el método de diferencia propiamente dicho es impracticable, su empleo no se limita a estos casos. Puede con frecuencia ser empleado útilmente después del método de diferencia, para dar más precisión a la solución obtenida por éste. Cuando por el método de diferencia ha sido comprobado que un cierto objeto produce un cierto efecto, el método de las variaciones concomitantes puede intervenir para determinar según qué ley la cantidad o las otras relaciones del efecto siguen a las de la causa.

7. La aplicación más amplia de este método tiene lugar en los casos en que las variaciones de la causa recaen sobre la cantidad. En general podemos estar seguros de que las variaciones de esta clase irán acompañadas, no solamente de variaciones del efecto, sino de variaciones semejantes; siendo la proposición de que cuanto más hay en la causa más hay en el efecto un corolario del principio de la composición de las causas, que, como hemos visto, es la regla general de la causación; mientras que los casos opuestos, aquellos en los cuales la causa cambia de propiedades cuando va unida a otra, son excepcionales y especiales. Suponiendo, pues, que cuando A varía en cantidad, *a* varía también en cantidad, y de tal suerte que se pueda establecer la relación numérica de los cambios del uno a los del otro en los límites de la observación. Entonces se puede, mediante ciertas precauciones, concluir con seguridad que la misma relación numérica se sostendrá más allá de

estos límites. Si, por ejemplo, se ve que cuando A es doble, a es doble; que cuando A es triple o cuádruple, a es triple o cuádruple, se puede concluir que si A fuese una mitad o un tercio, a sería una mitad o un tercio, y, finalmente, que si A fuese aniquilada, a lo sería también, y que a es en totalidad el efecto de A o de una misma causa que A . Y lo mismo para toda otra relación numérica, según la cual A y a se desvaneciera simultáneamente, como, por ejemplo, si a fuese proporcional al cuadrado de A . Si, por otra parte, a no es totalmente el efecto de A , sino que varía cuando A varía, es probablemente una función, no de A solamente, sino de A y algún otro, pudiendo sus cambios ser como serían, si una de las partes, permaneciendo constante o variando según algún otro principio, el resto variase en una relación numérica con las variaciones de A . En este caso, cuando A crezca, a avanzará, no hacia cero, sino a cualquier otro límite, y cuando la serie de sus variaciones indique lo que es este límite, si es constante, o la ley de su variación si es variable, el límite medirá exactamente qué cantidad de a es el efecto de una causa independiente, y el resto será el efecto de A (o de la causa de A).

Estas condiciones, sin embargo, no deben ser establecidas sino con ciertas precauciones. En primer lugar, la posibilidad de establecerlas supone evidentemente que, no sólo las variaciones, sino también las cantidades absolutas de A y de a son conocidas. Si no se conocen las cantidades totales, no se puede determinar la relación numérica en que estas cantidades varían. Es, pues, un error concluir, como se ha hecho, de que el aumento de calor dilata los cuerpos, es decir, aumenta la distancia entre sus partículas, que esta distancia es enteramente el efecto del calor, y que si el cuerpo pudiera ser completamente privado de su calor, sus partículas estarían absolutamente en contacto. Esto no es más que una conjetura, y de las más atrevidas, y no una inducción legítima, pues ya que no se sabe ni qué cantidad de calor existe en un cuerpo, ni cuál es la distancia entre dos de sus moléculas, no se puede juzgar si la disminución de la distancia sigue o no la disminución de cantidad de calor en una relación tal que las dos cantidades deberían desvanecerse simultáneamente.

Consideremos ahora un caso inverso en que las cantidades absolutas son conocidas: el que ofrece la primera ley del movimiento, a saber: que los cuerpos en movimiento continúan moviéndose en línea recta con una velocidad uniforme, mientras una nueva fuerza no viene a obrar sobre ellos. Esta aserción es manifiestamente contraria a las primeras apariencias. Todos los objetos terrestres puestos en movimiento disminuyen gradualmente de velocidad, y al fin se paran; lo que para los antiguos, y en virtud de su *inductio per enumerationem simplicem*, era la ley. Sin embargo, todo cuerpo en movimiento encuentra diversos obstáculos: el rozamiento, la resistencia del aire, etc., que son, como nos lo enseña la experiencia de todos los días, causas capaces de detener el movimiento. Se llegó a concluir que la detención era enteramente producida por estas causas. Pero, ¿cómo asegurarse de ello? Si los obstáculos hubieran podido ser separados, el caso habría podido ser abordado por el método de diferencia. Pero no podían serlo; podían solamente ser disminuídos, y el caso, por consecuencia, pedía el método de variaciones concomitantes. Habiéndose aplicado este método se vió que cada disminución de los obstáculos disminuía el retardo del movimiento, y como aquí (a la inversa del caso del calor) las cantidades totales del antecedente y del consecuente eran conocidas, fué posible estimar, con una exactitud aproximativa, a la vez la suma de las causas retardatrices de las resistencias, y juzgar cuán cerca estaban la una y la otra de agotarse; y se vió que el efecto decrecía tan rápidamente y estaba tan cerca del agotamiento como la causa. La simple oscilación de un peso suspendido en un punto fijo, que en circunstancias ordinarias no dura más que unos minutos, continuó en las experiencias de Borda durante más de treinta horas, disminuyendo en lo que le fué posible el rozamiento en el punto de suspensión y haciendo mover el péndulo en un espacio privado de aire en lo posible. Ya no se vaciló entonces en atribuir la retardación del movimiento a la sola influencia de los obstáculos; y como después de haber sustraído del fenómeno total esta retardación lo que restaba era una velocidad uniforme, la conclusión fué la fórmula misma de la primera ley del movimiento.

Esta conclusión, que la ley de variación de las cantidades, tal como la suministra la observación, rebasa sus límites, y, por consiguiente, en circunstancias de que no se tiene experiencia directa aparece alguna causa que obra en contrario, ya un agente nuevo, ya una nueva propiedad de los agentes presentes, que en las circunstancias observadas dormía. Es este un elemento de incertidumbre al cual hay que dar un lugar en nuestra previsión de los efectos; pero que no es exclusivamente propio del método de las variaciones concomitantes. Sin embargo, la incertidumbre de que yo hablo es característica de este método, sobre todo en los casos en que los límites extremos de la observación son muy restringidos comparativamente a las variaciones de cantidad posibles. El menor conocimiento de las Matemáticas nos hace ver que leyes de variación muy diferentes pueden producir resultados numéricos que difieren muy poco en estrechos límites; y con frecuencia, sólo cuando las sumas de las variaciones son considerables, llega a ser apreciable la diferencia entre los estados suministrados por una ley y por otra. En consecuencia, cuando las variaciones de cantidad de los antecedentes comprobables por la observación son débiles en comparación con las cantidades totales, es muy de temer que se falte a la ley numérica y que se calcule mal las variaciones que tendrían lugar más allá de estos límites; error que viciaría la conclusión que se sacase de estas variaciones en cuanto a la relación de dependencia del efecto a la causa. Los ejemplos de errores de este género no faltan. «Las fórmulas—dice sir John Herschel—deducidas empíricamente (hasta hace muy poco) de la elasticidad del vapor, de la resistencia de los flúidos y otras materias semejantes, han sido casi siempre incapaces de sostener las construcciones teóricas elevadas sobre sus fundamentos», cuando se las ha querido extender más allá de los límites de las observaciones de que han sido deducidas.

En esta incertidumbre, no se puede considerar como un resultado de inducción completa la conclusión que se sacaría de las variaciones concomitantes de a y de A en cuanto a su conexión invariable y exclusiva, o en cuanto a la permanencia de la relación numérica de sus variaciones, cuando las can-

tidades son mucho más grandes o mucho más pequeñas que las que pudieron ser deducidas de la observación. Todo lo que hay probado en este caso, en cuanto a la causación, es que hay una conexión entre los dos fenómenos; que A o alguna cosa que puede influir en A debe ser *una* de las causas que colectivamente determinan a *a*. Podemos, sin embargo, estar seguros de que la relación de las variaciones de A y de *a*, comprobada por la observación, se encontrará en todos los casos entre los dos límites extremos, es decir, siempre que el mayor aumento o la mayor disminución en que el resultado ha coincidido con la ley no es rebasado.

Los cuatro métodos que acaban de ser expuestos son los únicos modos posibles de investigación experimental, de la inducción directa *a posteriori*, en cuanto distinta de la deducción; por lo menos yo no conozco más ni puedo imaginar otros. El mismo método de los residuos no es, como hemos visto, independiente de la deducción; pero como reclama también la experiencia específica, podemos, sin caer en impropiedad, clasificarle entre los métodos de observación directa y de experimentación.

Estos métodos, por consiguiente, con la ayuda que puede prestar la deducción, componen la suma de los recursos del espíritu humano para determinar las leyes de sucesión de los fenómenos. Antes de entrar en el examen de ciertas circunstancias que aumentan inmensamente la complicación y la dificultad de estos métodos, conviene, para comprender bien su empleo, presentar algunos ejemplos tomados de las ciencias físicas actuales.

CAPÍTULO IX

EJEMPLOS DIFERENTES DE LOS CUATRO MÉTODOS

1. Escogerá, como primer ejemplo, una interesante teoría de un químico de los más eminentes: el profesor Liebig.

El fin de la investigación es descubrir la causa inmediata de la muerte producida por los venenos metálicos.

El ácido arsenioso y las sales de plomo, de bismuto, de cobre y de mercurio, introducidos en el organismo, si no es en muy pequeñas dosis, destruyen la vida. Estos hechos eran conocidos desde hacía mucho tiempo como verdades aisladas y del más bajo grado de generalización; pero le estaba reservado a Liebig, por una hábil aplicación de los dos primeros métodos, relacionar entre sí estas verdades en una inducción superior, mostrando cuál es la propiedad común a todas estas sustancias deletéreas, que es la verdadera causa activa de su efecto funesto.

Cuando soluciones de estas sustancias son puestas en contacto con diversos productos orgánicos, la albúmina, la leche, la fibra muscular y las membranas, el ácido o la sal abandona el agua en la cual ha sido disuelto, y entra en combinación con la sustancia animal, que por consecuencia de esta modificación pierde su tendencia a la descomposición espontánea, a la putrefacción.

La observación muestra igualmente, en el caso en que la muerte fué causada por estos venenos, que las partes del cuerpo con las cuales las sustancias venenosas han sido puestas en contacto no se pudren.

En fin: cuando el veneno ha sido introducido en cantidad harto pequeña para destruir la vida, se producen en algunos puntos de los tejidos destrucciones superficiales escasas, que son luego eliminadas por el trabajo reparador que tiene lugar en las partes sanas.

Estos tres grupos de hecho pueden ser tratados por el método de concordancia. Los compuestos metálicos son en todos los casos puestas en contacto con las sustancias que componen el cuerpo del hombre o de los animales, y no parece que concuerden en cualquier otra circunstancia. Los otros antecedentes son tan desemejantes, tan opuestos como sea posible, pues en algunos casos las materias animales sometidas a la acción de los venenos eran vivas, en otros organizadas solamente, y en otros ni siquiera en este estado. Ahora bien: ¿cuál es el resultado uniforme en todos estos casos? La conversión

de la sustancia animal, por su combinación con el veneno, en un compuesto químico, capaz de resistir a la acción de las causas ordinarias de descomposición. Ahora bien: la vida orgánica (condición esencial de la vida animal) consiste en un estado de descomposición y de recomposición continua de los órganos y de los tejidos; por consiguiente, todo lo que pone un obstáculo a esta descomposición destruye la vida. Y así es como la causa próxima de la muerte producida por este género de veneno es determinada en cuanto lo puede hacer el método de concordancia.

Sometamos ahora nuestra conclusión a la prueba del método de diferencia. Dejando a un lado los casos ya citados, en los cuales el antecedente es la presencia de sustancias que forman con los tejidos un compuesto indescomponible (y *a fortiori* no susceptible de los fenómenos químicos que constituyen la vida) y el consecuente la muerte de todo el organismo o de alguna de sus partes, comparémoslos con otros casos, tan semejantes como sea posible, pero en los cuales este efecto no se produce. Y primeramente se sabe bien que muchas sales básicas, insolubles del ácido arsenioso, no son venenosas. El alkargen, sustancia descubierta por Bunsen, que contiene una gran cantidad de arsénico y se aproxima mucho por su composición a los compuestos orgánicos de arsénico que se encuentran en el cuerpo, no tiene la menor acción nociva sobre el organismo. Ahora, cuando estas sustancias son puestas en contacto con los tejidos, no se combinan con ellos, no detienen el trabajo de descomposición. Es, pues, evidente, en cuanto se puede juzgar por estos ejemplos, que cuando el efecto está ausente es por consecuencia de la ausencia del antecedente, que hay razones para considerar como la causa próxima.

Pero las condiciones rigurosas del método de diferencia no están aún cumplidas, pues no se puede estar seguro de que los cuerpos no venenosos se parezcan a las sustancias venenosas en todas las propiedades, excepto en aquella particular de formar, combinándose con los tejidos orgánicos, un compuesto muy difícilmente descomponible. Para hacer el método rigurosamente aplicable es preciso encontrar un ejemplo, no

de una sustancia diferente, sino de alguna de las mismas, en circunstancias que la impidiesen formar con los tejidos el compuesto en cuestión; y entonces, si la muerte no se sigue, el hecho que se busca está probado. Ahora bien: dos ejemplos de ese género los suministra el antídoto de estos venenos. Así, si en un envenenamiento por el ácido arsenioso se administra peróxido de hierro hidratado, la acción destructiva es detenida al instante. Ahora bien: se sabe que este peróxido se combina con el ácido y forma un compuesto que, siendo insoluble, no puede tener acción sobre los tejidos. Del mismo modo el azúcar es un antídoto bien conocido de las sales de cobre, y el azúcar reduce a estas sales ya a cobre metálico ya a subóxido rojo, que no entran ni en el uno ni en el otro en combinación con la materia animal. El cólico de los pintores, enfermedad tan común en las fábricas de plomo, es desconocida allí donde los obreros toman habitualmente como preservativo la limonada de ácido sulfúrico. Ahora, el ácido sulfúrico diluido tiene la propiedad de disolver los compuestos de plomo y de materia orgánica o de impedir su formación.

Hay otra clase de casos aferentes al método de diferencia que parecen a primera vista ser contrarios a la teoría. Algunas sales solubles de plata, el nitrato, por ejemplo, tienen, como el sublimado corrosivo y los venenos metálicos más violentos, la propiedad antiséptica de descomponer las sustancias orgánicas. Aplicado sobre las partes exteriores del cuerpo, el nitrato de plata es un poderoso cáustico que destruye la vitalidad del tejido, le ataca y le hace que se separe, en forma de escara, de los tejidos vivos vecinos. El nitrato y las demás sales de plata deberían, por consiguiente, a lo que parece, si la teoría es exacta, ser venenos; y, sin embargo, pueden ser administrados al interior con completa impunidad. Pero esta aparente excepción es la más brillante confirmación que la teoría puede recibir. El nitrato de plata, a pesar de sus propiedades químicas, no envenena cuando es introducido en el estómago; pero en el estómago, como en todos los líquidos orgánicos, hay sal común y también ácido muriático libre. Estas sustancias obran como antídotos, combinándose con el nitrato y convirtiéndole inmediatamente, si no está en gran cantidad, en cloruro de

plata, sustancia muy poco soluble, y, por consiguiente, no susceptible de combinarse con los tejidos, a pesar de que a su grado de solubilidad tenga una influencia medicinal por medio de acciones orgánicas de una naturaleza enteramente diferente.

2. Los casos precedentes ofrecen, como ejemplos de los dos más simples de los cuatro métodos, una inducción de un alto grado de fuerza probatoria, sin elevarse, sin embargo, al máximo de certidumbre que el método de diferencia en su más perfecta aplicación puede dar. En efecto (no lo olvidemos): el caso positivo y el caso negativo pedidos por el rigor del método deben diferir solamente por la presencia ó la ausencia de una sola circunstancia. Ahora bien: en el ejemplo precedente difieren por la presencia ó la ausencia, no de una sola *circunstancia*, sino de una sola *sustancia*, y como cada sustancia tiene propiedades innumerables, no se sabe cuántas diferencias reales van implicadas en lo que, nominalmente ó en apariencia, constituye una diferencia única. Se puede pensar que el antidoto, el peróxido de hierro, por ejemplo, puede contrariar el efecto del veneno por alguna de sus propiedades, distinta de la de formar con el veneno un compuesto insoluble; y si fuese así, la teoría, en cuanto apoyada sobre este ejemplo, caería por tierra. Esta fuente de incertidumbre, que es en Química un obstáculo serio a las grandes generalizaciones, se reduce, sin embargo, en el caso presente a un minimum, cuando se encuentra que no sólo una sustancia, sino un gran número, pueden obrar como antidotos de los venenos metálicos y que todas tienen la propiedad de formar con estos venenos compuestos insolubles y no tienen otros comunes a todos. Así tenemos en favor de la teoría toda la evidencia que puede ser obtenida por lo que se llama el método indirecto de diferencia; evidencia que, sin llegar nunca á la del método de diferencia propiamente dicho, se puede aproximar indefinidamente.

Sea a determinar la ley de lo que se llama la electricidad *inducida*; se trata de descubrir bajo qué condiciones un cuerpo electrizado, ya positiva, ya negativamente, da nacimiento a un estado eléctrico opuesto en otro cuerpo adyacente.

El ejemplo más familiar del fenómeno es éste. Alrededor y

a alguna distancia de los grandes conductores de una máquina eléctrica la atmósfera, o una superficie cualquiera colocada en esta atmósfera, se encuentra en un estado eléctrico contrario al del gran conductor. Alrededor y cerca del conductor positivo hay electricidad negativa, y alrededor y cerca del conductor negativo hay electricidad positiva. Si ponemos al lado de uno de los conductores bolitas de tuétano, toman la electricidad contraria a la del conductor, ya tomándola de la atmósfera ya electrizada, o por la influencia directa inducida del conductor mismo; entonces son atraídas por el conductor, con el cual está en oposición, o, si se les retira en este estado de electrización, son atraídas por todo cuerpo cargado contrariamente. Del mismo modo, la mano que se aproxima al conductor recibe o da una descarga eléctrica. Ahora bien: no hay prueba de que un conductor cargado pueda descargarse repentinamente, si no es por la aproximación de un cuerpo contrariamente electrizado. Por consiguiente, en el hecho de la máquina eléctrica es evidente que la acumulación de la electricidad en un conductor aislado va siempre acompañada de un desarrollo de electricidad contraria en el aire circundante y en todo conductor colocado cerca del primer conductor. No parece posible, en este caso, que una de las electricidades se produzca ella misma.

Examinemos ahora todos los demás casos que se parecen á éste en el consecuente dado, es decir, el desarrollo de una electricidad contraria en la vecindad de un cuerpo electrizado. Tenemos un ejemplo notable en la botella de Leyde, y después de las magníficas experiencias de Faraday para la demostración completa y definitiva de la identidad de la electricidad y del magnetismo, se puede citar aún el imán, ya el natural, ya el electroimán, en ninguno de los cuales es posible producir una de las electricidades por sí misma, ni cargar uno de los polos sin cargar al mismo tiempo de la electricidad contraria el polo opuesto. No hay imán de polo único. Si se rompe una piedra de imán natural en mil pedazos, cada pedazo tendrá sus dos polos contrariamente electrizados. En el circuito voltaico igualmente no se puede tener una corriente sin la corriente opuesta. En la máquina eléctrica ordinaria el ci-

lindro o platillo de vidrio y el frotador tienen electricidades contrarias.

Estos ejemplos, interpretados por el método de concordancia, manifiestan evidentemente una ley general, abrazan todos los modos conocidos de que un cuerpo se puede cargar de electricidad, y en todos se encuentra, como consecuente o concomitante, un desarrollo de electricidad contraria en otros cuerpos. Se sigue, al parecer, de aquí que los dos hechos están invariablemente unidos el uno al otro, y que una de las condiciones necesarias de la electrización de un cuerpo es la posibilidad de un desarrollo simultáneo de electricidad contraria en algún cuerpo vecino.

Del mismo modo que dos electricidades contrarias no pueden manifestarse sino juntamente, sólo pueden desaparecer juntamente. Esto es lo que puede ser demostrado por el método de diferencia en el caso de la botella de Leyde. Apenas hay necesidad de hacer notar aquí que en la botella de Leyde la electricidad puede ser acumulada y conservada en gran cantidad, porque tiene dos superficies contrarias de igual extensión y paralelas en toda esta extensión, sin cuerpo no conductor, como el vidrio entre ellas. Cuando uno de los conductores de la botella está cargado positivamente el otro lo está negativamente, y esto en virtud del hecho que ahora nos ha servido de ejemplo en el método de concordancia. Ahora es imposible descargar una de las cubiertas sin descargar al mismo tiempo la otra. Un conductor aplicado al lado positivo no puede atraer la electricidad sin que salga igual cantidad por el lado negativo: si una de las cubiertas está completamente aislada, la carga se conserva: la corriente de la una se efectúa *pari passu* con la corriente de la otra.

La ley ya fuertemente indicada así se confirmará aun por el método de las variaciones concomitantes. La botella de Leyde puede recibir una carga mucho más fuerte que la que puede ser comunicada al conductor de una máquina eléctrica. Ahora en la botella la superficie metálica que recibe la electricidad inducida es un conductor exactamente semejante al que recibe la carga principal, y es, por consiguiente, susceptible de recibir y conservar una de las electricidades, como la

superficie opuesta de recibir y conservar la otra; pero en la máquina el cuerpo vecino que debe ser electrizado contrariamente es el aire que rodea u otro cuerpo accidentalmente aproximado al conductor; y como aquéllos son generalmente mucho menos susceptibles de ser electrizados que el conductor mismo, la capacidad del conductor para cargarse se encuentra por esto igualmente limitada. A medida que la capacidad del cuerpo vecino para sostener la oposición aumenta, una carga más fuerte es posible, y de aquí la gran superioridad de la botella de Leyde.

Otra confirmación, y de las más decisivas, por el método de diferencia, es proporcionada por una de las experiencias de Faraday en sus investigaciones sobre la electricidad inducida.

La electricidad común o de la máquina y la electricidad voltaica pueden ser consideradas como idénticas, por lo que Faraday quería ver si del mismo modo que el conductor primitivo desarrolla una electricidad contraria en un conductor vecino, una corriente voltaica circulando a lo largo de un hilo de metal determinará una corriente contraria en otro hilo colocado paralelamente al primero a poca distancia. Este caso es en todo semejante a los casos precedentes, fuera de una sola circunstancia: aquella a la cual hemos atribuído el efecto. Encontramos en los primeros ejemplos que cuando una especie de electricidad era desarrollada en un cuerpo, la electricidad de nombre contrario se desarrollaba en un cuerpo vecino. Pero en la experiencia de Faraday esta oposición necesaria existe en el hilo mismo. Por la naturaleza misma de la carga voltaica, las dos corrientes contrarias son establecidas juntamente en un hilo único, y no hay necesidad de otro hilo para contener uno, como en la botella de Leyde, que debe tener una superficie positiva y una negativa. La causa excitadora puede producir, y produce, todo el efecto dependiente de sus leyes, independientemente de la excitación eléctrica de un cuerpo vecino. Tal fué, en efecto, el resultado de la experiencia con el segundo hilo; ninguna corriente contraria se produjo. Había un efecto instantáneo cuando se abría y cerraba el circuito voltaico; inducciones eléctricas se manifestaban cuando los dos hilos se juntaban y se alejaban el uno del otro;

pero estos eran fenómenos de otra naturaleza. No había electricidad inducida en el sentido en que se dice que la hay en el caso de la botella de Leyde; no había corriente continua en uno de los hilos mientras una corriente contraria circulaba por el hilo vecino; y por esta sola circunstancia el caso hubiera sido exactamente paralelo al otro.

Está, pues, comprobado, por las pruebas combinadas del método de concordancia, del método de las variaciones concomitantes y del método de diferencia en su forma más rigurosa, que una de las especies de electricidad no puede ser excitada sin que la electricidad contraria no lo sea al mismo tiempo: que estas dos electricidades son ambas al efecto de la misma causa; que la posibilidad de la una es una condición de la posibilidad de la otra, y que la cantidad de la una, el límite infranqueable de la cantidad de la otra; resultado, científicamente, de una alta importancia intrínseca, y que suministra una ilustración a la vez característica y muy clara de estos tres métodos.

4. Nuestro tercer ejemplo será extractado del *Discurso sobre el estudio de la filosofía natural* de sir John Herschel, obra llena de ejemplos, felizmente escogidos, de la aplicación de los procedimientos inductivos a todas las ramas de las ciencias físicas, y el único, entre todos los libros que he podido conocer, en que los cuatro métodos de inducción son reconocidos distintamente aunque no sean tan netamente definidos y caracterizados, y su correlación no sea tan plenamente demostrada como me parece de desear. Este ejemplo, dice sir J. Herschel: «es uno de los más bellos modelos» que se pueden dar, «de una investigación experimental inductiva en una esfera bastante circunscripta». Se trata de la teoría del rocío, primitivamente expuesta por el difunto doctor Wells, y hoy adoptada universalmente por todas las autoridades científicas. Los pasajes entrecomados están textualmente copiados del discurso. (Páginas 159-162.)

«Supongamos que el fenómeno cuya causa se quiere conocer es el rocío. «Es preciso, en primer lugar, precisar lo que se entiende por rocío; cuál es realmente el hecho cuya causa se busca. «Es preciso distinguir el rocío de la lluvia, de la hume-

dad, de las nieblas, y limitar la aplicación del término a lo que se entiende realmente, a saber: la aparición espontánea de una humedad sobre las sustancias expuestas al aire libre, en ausencia de lluvia o de humedad *visible*.» Esto constituye una operación preliminar que será descripta en el libro siguiente, que trata de las operaciones subsidiarias de la inducción. Una vez fijado el estado de la cuestión, procedamos á la solución.

«Tenemos fenómenos análogos en la humedad que se esparce sobre una piedra o sobre un metal cuando se sopla en ellos; en la que, en un tiempo caluroso, se produce sobre una garrafa de agua que sale de un pozo; en la que cubre el lado interior de los vidrios cuando una lluvia o un granizo repentinos enfrían el aire exterior; en la que destilan las paredes cuando después de una helada prolongada sobreviene un calor húmedo.» Comparando estos casos se ve que todos ofrecen el fenómeno objeto de la investigación. Ahora bien: «todos estos casos concuerdan en un punto: la baja temperatura del objeto mojado comparada con la del aire en contacto con él». Pero queda el caso más importante, el del rocío nocturno. ¿Existe la misma circunstancia en este caso? «De hecho, el objeto mojado por el rocío, ¿es más frío que el aire? No, ciertamente; podríamos decir desde luego, pues, ¿qué es lo que le haría tal? Pero... la experiencia es fácil. No tenemos sino poner un termómetro en contacto con el cuerpo mojado y suspender otro un poco más arriba, fuera del alcance de su influencia. La experiencia ha sido hecha, y la respuesta ha sido invariablemente afirmativa. Cuando un objeto se cubre de rocío *está* más frío que el aire.

Por consiguiente, esta es una aplicación del método de concordancia, que establece una conexión invariable sobre una superficie y la frialdad de esta superficie comparada con la del aire. Pero de estas dos circunstancias, ¿cuál es la causa y cuál es el efecto?, o bien, ¿son las dos efectos de alguna otra causa? Sobre esto el método de concordancia no puede aportar ninguna luz. Nos es preciso recurrir a un método más poderoso.

«Que el rocío va acompañado de una brisa es observación vulgar; pero el prejuicio vulgar hace de él el efecto más bien que la causa. Debemos, por consiguiente, reunir más hechos,

o, lo que es lo mismo, variar las circunstancias, puesto que cada ejemplo en el que las circunstancias difieren es un nuevo hecho, y especialmente debemos notar los casos contrarios o negativos, por ejemplo, cuando el rocío no se produce, pues sabemos que una comparación entre hechos de rocío y ejemplos de no rocío, es la condición necesaria para poner en juego el método de diferencia.

Ahora bien: en primer lugar, no se produce rocío en la superficie de los metales pulidos, mientras que se produce abundantemente sobre el vidrio, expuestos estos cuerpos juntamente boca arriba, y en algunos casos la parte baja de un platillo horizontal de vidrio es mojada. Tenemos aquí un caso en que el efecto se produce y otro en que no se produce; pero no se puede, sin embargo, afirmar, como el canon del método de diferencia lo exigiría, que el último caso concuerda con el primero en todas las circunstancias, excepto una, pues las diferencias entre el vidrio y los metales pulidos son múltiples, y lo único de que se está seguro hasta aquí es que la causa del rocío se encontrará entre las circunstancias por las que la primera de estas sustancias se distingue de las segundas. Pero si se pudiera asegurar que el vidrio y las otras sustancias sobre las cuales se deposita el rocío no tienen en común más que *una sola* cualidad, y que los metales pulidos y otras sustancias sobre las cuales el rocío *no* se deposita no tienen tampoco en común más que una sola circunstancia, la de *no* tener la cualidad que tienen las otras, las condiciones del método de diferencia estarían completamente cumplidas, y esta cualidad de las sustancias sería reconocida como la causa del rocío. Por consiguiente, esta es la vía de investigación que es preciso seguir.

«En los casos de metales y de vidrios pulidos, el contraste muestra evidentemente que la *sustancia* entra por mucho en el fenómeno. Es preciso, por consiguiente, variar cuanto sea posible la *sustancia sola*, exponiendo superficies pulidas de materias diversas. Haciendo esto se revela de una manera evidente una *escala de intensidad*. Se ve que las sustancias pulidas, sobre que el rocío cae con más abundancia, son las que conducen peor el calor, mientras que las que le conducen me-

por son las que menos se mojan. La complicación aumenta, y aquí es preciso llamar en nuestra ayuda el método de las variaciones concomitantes. Ningún otro método es aplicable en este caso, pues siendo todos los cuerpos en algún grado conductores del calor, esta propiedad no podría ser excluida. La conclusión obtenida por esta nueva aplicación del método es que, *coeteris paribus*, la cantidad de rocío es proporcionada al poder de irradiar el calor, y que esta propiedad de los cuerpos (o la causa de que esta propiedad depende) debe ser, por lo menos, una de las causas que determinan la formación del rocío.

Pero si en lugar de ser pulida la superficie expuesta es rugosa, la ley se ve alguna vez intervertida. Así el hierro áspero, sobre todo si está pintado o ennegrecido, se cubre de rocío más pronto que el papel barnizado. La condición de la *superficie* tiene, pues, una gran influencia. Exponiendo los *mismos* cuerpos y variando las condiciones de sus superficies (es decir, empleando el método de diferencia para comprobar la concomitancia de las variaciones), otra escala de intensidad se manifiesta; las *superficies* que pierden con mayor rapidez su calor por radiación son las que se mojan más abundantemente. Tenemos aquí, pues, las condiciones requeridas para una segunda aplicación del método de las variaciones concomitantes, que, por otra parte, en este caso es el único utilizable, puesto que todas las sustancias irradian en cierto grado calor. La conclusión obtenida por esta nueva aplicación del método es que, *coeteribus paribus*, la producción del rocío está en alguna proporción con la propiedad de emitir calor por radiación, y que esta propiedad (o la causa de que depende) es también una de las causas que determinan la formación del rocío.

Además la influencia comprobada de la *sustancia* y de la *superficie* nos conduce a considerar la de la *contextura*; y aquí también encontramos diferencias considerables y una tercera escala de intensidad, encontrando que las sustancias de una contextura apretada y compacta, como las piedras, los metales, etc., son refractarias al rocío, mientras que las sustancias blandas y sueltas, como el paño, el terciopelo, la lana, el algodón, etc., son eminentemente susceptibles a él. El método de

las variaciones concomitantes interviene también aquí por la tercera vez, y como anteriormente por necesidad, puesto que la contextura de ninguna sustancia no es, ni absolutamente compacta, ni absolutamente suelta. Una contextura suelta, o cualquier cosa de que resulta esta cualidad, es pues, también, una circunstancia que favorece el rocío. Pero la tercera causa se resuelve en la primera la propiedad de oponerse al paso del calor; pues las sustancias de contextura suelta «son precisamente las que convienen mejor para los vestidos, por que se oponen a que el calor pase libremente de la piel al aire, de manera que estando muy frías por fuera permanecen cálidas por dentro», y esta última circunstancia es una inducción (sacada de casos nuevos) simplemente *corroborativa de una inducción anterior*.

Se ve por esto que los casos muy variados en los cuales se produce mucho rocío concuerdan, en cuanto lo podemos observar, en esto y en esto solamente, en que los cuerpos en que se verifica el fenómeno son buenos o malos conductores del calor, propiedades cuya sola circunstancia común es que, ya por la una ya por la otra, el cuerpo tiende a perder su calor por su superficie exterior más de prisa de lo que puede dar de sí; y, por el contrario, los casos muy variados también, en los cuales el rocío falta o no se produce más que en pequeña cantidad, no concuerdan sino en que los cuerpos no poseen esta propiedad. Habríamos de este modo, creo, descubierto la diferencia característica de las sustancias sobre las cuales se produce el rocío, y de aquellas sobre las cuales no se produce, y realizado todas las condiciones de lo que hemos llamado el método indirecto de diferencia, o de los métodos unidos de concordancia y de diferencia. El ejemplo citado de este método indirecto y de la manera como los datos de su aplicación son preparados por los métodos de concordancia y de las variaciones concomitantes, es el más importante de los modelos de inducción suministrados por esta interesante disquisición.

Se podría ahora considerar la cuestión de la causa del rocío como completamente resuelta, si se estuviera completamente seguro de que las materias sobre las que se forma el rocío, y aquellas sobre las cuales no se produce, no difieren en nada

más que en la propiedad de perder el calor en su superficie más de prisa de lo que pueden reemplazar de dentro. Aunque no se pueda jamás tener sobre este punto una certidumbre completa, ello no tiene la importancia que podría suponerse; pues, en definitiva, es cierto que, aun cuando alguna otra propiedad hasta aquí no observada se encontrase presente en todos los cuerpos sobre los cuales el rocío se produce y ausente en aquellos en que este fenómeno no tiene lugar, esta propiedad debe ser una de las que, en este gran número de cuerpos, está presente o ausente allí donde está presente o ausente la cualidad de estos cuerpos de ser mejores radiadores que conductores; nueva coincidencia que suministra la fuerte presunción de una comunidad de causas, y, por consecuencia, de la coexistencia invariable de las dos propiedades; de suerte que es casi cierto que si esta propiedad de radiación no es por sí misma la causa, acompaña siempre a la causa y, para la previsión, se la puede, sin miedo a error, considerar como tal.

Volviendo ahora al principio de la investigación, acordémonos que ha sido comprobado que siempre que se produce el rocío sobre un cuerpo, su superficie está más fría que el aire circundante. Pero nosotros no sabíamos si este enfriamiento era la causa o el efecto del rocío. Esta duda puede nacer ahora. Hemos visto que siempre, en este caso, la sustancia es una de aquellas que, en virtud de sus propiedades o leyes, expuesta al exterior durante la noche, llegará a ser más fría que el aire. Siendo, pues, el enfriamiento explicable sin el rocío, y estando probada por otra parte una conexión entre los dos hechos, es por consecuencia el frío lo que determina el rocío, o, en otros términos, lo que es la causa del rocío.

Esta ley de causación, ya tan plenamente establecida, puede recibir aún una confirmación decisiva, y esto de tres maneras: Primeramente por deducción de las leyes conocidas del vapor de agua esparcido en el aire o en algún otro gas (aunque no hayamos llegado aún al método deductivo, no quiero omitir nada de lo que pueda hacer esa disquisición completa). Se sabe, pues, por experiencia directa, que la cantidad de agua que puede quedar suspendida en el aire en estado de vapor, es, a todos los grados de temperatura, limitada, y

que este *máximum* decrece cada vez más a medida que la temperatura baja. Se sigue de aquí deductivamente, que si hay ya en el aire tanto vapor en suspensión como puede contener a su grado actual de temperatura, un descenso de esta temperatura condensará una parte del vapor y la resolverá en agua.

Pero además se sabe deductivamente, según la ley del calor, que el contacto del aire con un cuerpo más frío hará necesariamente bajar la temperatura de la capa de aire inmediatamente aplicada a su superficie, y le comunicará, por consiguiente, una parte de su agua; la cual, conforme a las leyes de la gravitación o de la cohesión, se adherirá a la superficie del cuerpo, lo que constituye el rocío. Esta prueba deductiva tiene, como hemos visto, la ventaja de probar a la vez la causación y la coexistencia, y además la de dar cuenta de las *excepciones* a la producción del fenómeno, es decir, de los casos en que, aunque el cuerpo sea más frío que el aire, no hay, sin embargo, rocío; demostrando que será necesariamente así siempre que el aire contenga tan poco vapor de agua, teniendo en cuenta su temperatura, que, a pesar del enfriamiento causado por el contacto de un cuerpo más frío, puede continuar teniendo en suspensión todo el vapor que encierra. Por esto es por lo que en un verano muy seco no hay rocío, y en un invierno muy seco no hay escarcha. Existe, por consiguiente, aquí una condición adicional de la producción del rocío, que los métodos precedentemente empleados no pueden hacer conocer, y que habría podido permanecer ignorada si no se hubiese recurrido a la deducción del efecto, según las propiedades comprobadas de los agentes que se reconoce presentes en el fenómeno.

La segunda confirmación de la teoría nos la suministra la experiencia directa, conforme al canon del método de diferencia. Se puede, enfriando la superficie de un cuerpo, encontrar el grado de temperatura (más o menos inferior al del aire, según su estado higrométrico) en el cual el rocío comenzará a depositarse. Aquí, pues, también la causación es probada directamente. No se puede, en verdad, obtener este resultado sino sobre una pequeña escala; pero hay razón para concluir

que la misma operación, ejecutada en el gran laboratorio de la Naturaleza, produciría el mismo efecto.

Finalmente, aun en esta misma gran escala, podemos comprobar el resultado. Tenemos para ello uno de esos casos raros, como hemos visto que se presentan, en los cuales la Naturaleza experimenta en nuestro lugar de la misma manera que lo haríamos nosotros mismos, introduciendo en un orden dado de fenómenos una circunstancia nueva, perfectamente definida y manifestando el efecto tan rápidamente, que ningún otro cambio esencial en las circunstancias preexistentes tendrá tiempo de hacerse. «Se ha observado que el rocío no se deposita jamás abundantemente en cuerpos que no están colocados a cielo descubierto, y en absoluto en las noches nubosas; pero *si las nubes se disipan solamente durante algunos minutos y dejan limpio el cielo, el rocío comienza inmediatamente a precipitarse* y va en aumento... Con frecuencia el rocío producido durante estos claros se evaporará cuando el cielo se cubra de nuevo.» Hay, pues, la prueba completa de que la existencia o el defecto de una libre comunicación con el cielo son causa de que el rocío se deposite o no se deposite. Ahora, puesto que un cielo puro no es más que un cielo sin nubes, y puesto que una propiedad conocida de las nubes, como de todos los cuerpos entre los cuales y un objeto dado no se interpone más que un fluido elástico, es tender a elevar o mantener la temperatura de la superficie del objeto irradiándole calor, se ve inmediatamente que la desaparición de las nubes causará el enfriamiento del cuerpo: y así es como, en este caso, la Naturaleza produce, por medios definidos o conocidos, un cambio en el antecedente, de donde resulta el consecuente; experiencia natural que satisface a las condiciones del método de diferencia (1).

(1) Debo, sin embargo, notar que este ejemplo, que parece invalidar lo que decíamos de la falta relativa de aplicación del método de diferencia a los casos de observación pura, es, en realidad, una de esas excepciones de las que se dice proverbialmente que confirman la regla. En este caso, en efecto, en que la Naturaleza parece haber imitado en su experiencia el modelo de las experiencias hechas por el hombre, no ha llegado a efectuar más que una apariencia de nuestras más imperfectas experimentaciones, a saber: de aquellas en las cuales, aun consiguiendo

La acumulación de prueba, de que la teoría del rocío es, como se ve, susceptible, ofrece un ejemplo chocante de la plena certidumbre que puede dar la investigación inductiva de las leyes de causación en casos en que a primera vista la sucesión invariable de los fenómenos está manifiesta.

5. Este último ejemplo, bien estudiado y seguido en todos sus detalles, da una idea tan clara del empleo y del mantenimiento de tres de los cuatro métodos de investigación experimental, que no hay necesidad de presentar otros. El último método, el de los residuos, no habiendo encontrado lugar en las investigaciones precedentes, tomaré de sir John Herschel algunos ejemplos de este procedimiento, tanto como las observaciones que le sirven de introducción.

«De hecho es principalmente por este procedimiento por el que la ciencia, en su marcha actual, progresa. La mayor parte de los fenómenos de la Naturaleza son extremadamente complicados, y cuando los efectos de todas las causas conocidas son exactamente determinados y puestos a un lado, los hechos restantes aparecen siempre bajo forma de fenómenos enteramente nuevos, que conducen a las conclusiones más importantes.»

«Así es como la vuelta del cometa anunciado por el profesor Encke mucho tiempo antes, y la concordancia de su posición dada por el cálculo, con su posición observada en uno de los períodos de su visibilidad, inducirían a creer que su gravitación hacia el sol y los planetas, es la causa única y su-

producir el fenómeno, no llegamos a él más que por medios complicados que no podemos analizar completamente, y que, en consecuencia, no nos hacen ver claramente que parte del efecto debe ser referida, no a la causa supuesta, sino a alguna acción desconocida de los medios mismos por los cuales esta causa ha sido coproducida. En la experiencia de la Naturaleza de que se trata, el medio empleado es la dispersión de las nubes; y seguramente no sabemos bastante en qué consiste esta operación ni de qué depende, para estar ciertos *a priori* de que no influirá en la producción del rocío independientemente de todo efecto termométrico en la superficie de la tierra. Así también en un caso que hace tanto honor a la habilidad experimental de la Naturaleza, su experiencia no tiene otro valor que corroborar una conclusión obtenida ya por otros medios.

ficiente de todas las circunstancias de su movimiento orbitario. Pero calculando rigurosamente el efecto de esta causa, fuera del movimiento observado, se ve que resta en *residuo* un fenómeno, cuya existencia no habría nunca podido ser comprobada de otro modo, a saber: una pequeña anticipación de la época de su reaparición, una disminución del tiempo de su revolución, que la gravitación no explica, y cuya causa, por consiguiente, es preciso buscar. Esta anticipación podría ser debida a la resistencia de un medio diseminado en los espacios celestes, y como hay muchas razones para creer que esta es una *vera causa* (un antecedente actualmente presente), ha sido atribuída a esta resistencia.»

Arago, habiendo suspendido una aguja magnética a un hilo de seda y habiéndolo puesto en movimiento, observó que llegaba más pronto al estado de reposo cuando estaba suspendida por encima de un platillo de cobre, que cuando esta circunstancia no existía. Ahora bien: en los dos casos había dos *verae causae* (dos antecedentes comunes conocidos) por los cuales la aguja *debía* detenerse, á saber: la acción del aire que resiste a los movimientos efectuados en su medio y al fin los destruye, y el defecto de perfecta movilidad del hilo de seda. Pero siendo el efecto de estas causas perfectamente conocido por la observación en la ausencia del cobre y, en consecuencia, admitido y puesto aparte, aparecía un residuo en el hecho de que una influencia retardataria era ejercida por el cobre mismo, y este hecho, una vez comprobado, conducía inmediatamente al conocimiento de una clase nueva e inesperada de relaciones.» Este ejemplo, sin embargo, no se refiere propiamente al método de los residuos, sino al método de diferencia, siendo la ley determinada por una comparación directa de los resultados de dos experiencias que no difieren en la causa sino en la presencia o la ausencia del platillo de cobre. Para pertenecer al método de los residuos hubiera sido preciso que el efecto de la resistencia del aire y de la rigidez de la seda hubiese estado calculado *a priori*, según las leyes obtenidas por experiencias separadas y anteriores.

Confirmaciones imprevistas y verdaderamente notables de las leyes inductivas se presentan con frecuencia bajo una for-

ma de fenómenos-residuos en el curso de investigaciones de una naturaleza completamente distinta de las que dieron lugar a las inducciones mismas. De ello se encuentra un ejemplo muy elegante en la confirmación, para los fenómenos del sonido, de la ley del calor desarrollado en los flúidos elásticos por la compresión. La investigación de la causa del sonido y de su modo de propagación había conducido a conclusiones que permitían calcular exactamente su velocidad en el aire. Los cálculos fueron hechos; pero cuando se les compara al hecho, aunque su concordancia fuese completamente suficiente para comprobar la existencia general de la causa o del modo de transmisión asignados, se encuentra que esta teoría no podía dar cuenta del *total* de la velocidad. Quedaba por explicar un residuo de velocidad, que puso, durante largo tiempo, en un gran aprieto a las teorías dinamistas. Al fin, Laplace tuvo la feliz idea de que esta velocidad pudiese provenir del *calor* desarrollado por la condensación que tiene lugar necesariamente a cada vibración, por la cual se transmite el sonido. Siendo el hecho de tal naturaleza que podía ser exactamente calculado, el resultado fué a la vez la explicación completa del fenómeno-residuo, y una brillante confirmación de la ley general del desarrollo del calor, por la compresión en circunstancias imposibles de reproducir artificialmente.

«Muchos de los elementos químicos nuevamente conocidos han sido descubiertos por la investigación de los residuos. Así Arfwedson descubrió la litina, encontrando un excedente de peso en el sulfato, formado de una mínima cantidad de una sustancia que consideraba como magnesia en un mineral que analizaba. Así es, igualmente, como los pequeños residuos concentrados de las grandes operaciones de las artes son casi seguramente los escondites de nuevos ingredientes químicos; testigos el yodo, el bromo, el selenio y los metales que acompañaban al platino en las experiencias de Wollaston y de Tennant. Fué una buena idea de Glauber la de examinar siempre lo que los demás arrojaban (1).

Los efectos mutuamente perturbadores producidos por la

(1) *Discours*, ect., p. 156-158 y 171.

tierra y los planetas sobre los movimientos unos de otros, fueron primeramente considerados como fenómenos residuales, por la diferencia que aparecía entre las posiciones observadas de estos cuerpos y las calculadas solamente por la consideración de su gravitación hacia el sol. Esto fué lo que determinó a los filósofos a considerar la ley de la gravitación como extensiva a todos los cuerpos, cualesquiera que éstos fuesen, y, por consiguiente, a todas las partículas de materia; habiendo sido su primera tendencia la de considerarlos como una fuerza, actuando solamente entre cada planeta o satélite y el cuerpo central a cuyo sistema pertenecía. Luego, los catastrofistas en Geología, sea su opinión verdadera o equivocada, alegan como prueba que, aun teniendo en cuenta los efectos de todas las causas hoy en actividad, se encuentra en la constitución actual de la tierra un residuo considerable de hechos que demuestran que en épocas anteriores existieron otras fuerzas, o que las fuerzas actuales poseían un grado de energía muy superior. Así, para dar un ejemplo, los que pretenden que no se ha alegado nunca motivo real para creer que hay de un hombre a otro, de un sexo a otro, de una raza a otra, una inexplicable superioridad natural en las facultades mentales, no podrían dar consistencia a su aserción sino separando de las diferencias intelectuales y morales que se observa de hecho todo lo que puede ser atribuído por leyes conocidas, sea a las diferencias de circunstancias comprobadas de la organización física, sea a las diferencias de las circunstancias exteriores en las cuales los sujetos han sido hasta aquí colocados. Lo que no pudiera ser explicado por esa causa constituiría un residuo, que por sí solo probaría una distinción originaria y daría su medida. Pero los partidarios de esta opinión no han pensado en proveerse de las condiciones lógicas indispensables para el establecimiento de su doctrina.

Siendo estos ejemplos, como lo esperamos, suficientes para hacer comprender el espíritu del método de los residuos, y los otros tres métodos tan detalladamente explicados, podemos terminar aquí la exposición de los cuatro métodos, considerados en su aplicación a las combinaciones más elementales de los fenómenos.

CAPÍTULO X

DE LA PLURALIDAD DE LAS CAUSAS Y DE LA MEZCLA
DE LOS EFECTOS

1. En la exposición de los cuatro métodos de observación y de experimentación, con ayuda de los cuales se trata de discernir en una masa de fenómenos coexistentes, el efecto particular de una causa dada o la causa particular de un efecto dado, ha sido necesario suponer primeramente, para simplificar, que esta operación analítica no encuentra otras dificultades que las inherentes a su naturaleza propia; y, por consiguiente, considerar cada efecto, por una parte, como ligado exclusivamente a una sola causa, y, por otra, como no pudiendo ser confundido con algún otro efecto coexistente. Nos hemos representado *a b c d e* — el agregado de fenómenos existentes en un cierto momento — como compuesto de hechos desemejantes, *a b c d* y *e*, para cada uno de los cuales se trataba de buscar una causa, y una causa solamente; la única dificultad consistía entonces en aislar esta causa única de la multitud de circunstancias antecedentes A, B, C, D y E.

Si esto fuera así, la investigación de las leyes de la Naturaleza sería cosa relativamente fácil. Pero la suposición no es verdadera en ninguna de las partes. En primer lugar no es verdad que el mismo fenómeno es siempre producido por la misma causa, pues el efecto *a* puede algunas veces provenir de A, algunas veces de B; y, en segundo lugar, los efectos de causas diferentes pueden con frecuencia no ser desemejantes, ser homogéneos y no discernibles el uno del otro por límites asignables. A y B pueden no producir *a* y *b*, sino partes diferentes de un efecto *a*. La obscuridad y la dificultad de la investigación de las leyes naturales se aumentan singularmente por la necesidad de tener en cuenta estas dos circunstancias: la mezcla de los efectos y la pluralidad de las causas. Siendo

esta última la más simple, es ella la que examinaremos en primer lugar.

Así, decíamos, no es verdad que un efecto depende siempre de una sola causa o de un solo concurso de condiciones; como que un fenómeno no puede ser producido más que de una sola manera. Con frecuencia para el mismo fenómeno hay muchos modos de producción independientes. Un hecho puede ser el consecuente en varias sucesiones invariables; puede también con la misma uniformidad, seguir este o el otro de los antecedentes o concursos de antecedentes. Una multitud de causas pueden producir el movimiento; una multitud de causas pueden producir ciertas sensaciones; una multitud de causas pueden producir la muerte. Un efecto dado, aunque producido en realidad por una cierta causa, puede muy bien, sin embargo, ser producido sin ella.

2. Una de las principales consecuencias de la pluralidad de las causas es hacer incierto el primero de los métodos inductivos: el método de concordancia. Para la explicación de este método suponíamos dos casos: $A B C$ seguido de $a b c$ y $A D E$ seguido de $a e d$. En estos ejemplos evidentemente se podría concluir que A es un antecedente invariable de a , y aún que es el antecedente invariable incondicional o la causa, si se estuviera seguro que no hay otro antecedente común a los dos casos. Para orillar esta dificultad es preciso suponer que los dos casos no tienen, en efecto, otro antecedente común que A . Pero desde el momento que se admite la posibilidad de una pluralidad de causas, la conclusión peca, puesto que implica la suposición tácita de que a ha sido producido en los dos casos por la misma causa. Si por casualidad hubiese habido dos causas, por ejemplo C y E , la una podía ser la causa de a en el primer caso, la otra en el segundo, no teniendo A ninguna influencia ni en el uno ni en el otro.

Supongamos que dos grandes artistas o dos grandes filósofos, que dos caracteres, el uno extremadamente egoísta e interesado y el otro muy noble y generoso, son comparados desde el punto de vista de la educación que han recibido y de las particularidades de su vida, y que se ve que los dos casos concuerdan en una sola circunstancia; ¿se seguirá de aquí que

esta circunstancia es la causa de la cualidad característica de cada uno de estos dos hombres? De ningún modo, pues las causas que pueden producir un carácter son innumerables, y los dos individuos podían perfectamente tener el mismo carácter, aunque no hubiera ninguna semejanza en su historia.

Es esta una imperfección característica del método de concordancia, imperfección de que el método de diferencia está exento. Pues si tenemos dos casos: A B C y B C, de los cuales BC da *b c* y por la adición de A se encuentra cambiado en *a b c*, es cierto que en este caso, por lo menos A era, o la causa de *a*, o una porción indispensable a la causa, aun cuando la causa que le produjo en otros casos fuese diferente. Así la pluralidad de las causas, no solamente no disminuye la confianza debida al método de diferencia, sino que no hace necesario un mayor número de observaciones o de experiencias. Dos casos, el uno positivo, el otro negativo, bastan para la inducción más completa y más rigurosa. Pero no sucede lo mismo con el método de concordancia. Las conclusiones que éste suministra, cuando el número de los casos comparados es muy limitado, carecen de valor real si no es a título de sugerencias de experiencia que les conduce bajo la jurisdicción del método de diferencia, o les hace susceptibles de ser verificadas y explicadas deductivamente por el razonamiento.

Solamente cuando los casos, infinitamente multiplicados y variados, dan siempre el mismo resultado, es cuando éste resulta o adquiere un alto grado de valor independiente. Si no hay más que dos casos, A B C y A D E, podría suceder, aunque no tengan otro antecedente común más que A, que el efecto dependa en los dos casos de causas diferentes, y desde entonces no hay a todo tirar más que una ligera probabilidad en favor de A. Puede haber causación; pero es casi probable que no hay más que coincidencia. Pero cuanto más repetimos las operaciones y variamos las circunstancias, nos aproximamos a la solución de esta duda. Si, en efecto, encontramos que A F G, A H K, etc., difieren todos entre sí, excepto en la circunstancia A, y que el efecto *a* figura en todos estos casos en el resultado, debemos suponer una de dos cosas: o bien que *a* es causado por A, o que hay tantas causas diferentes como

casos. En consecuencia, la presunción en favor de A aumenta en razón de lo que aumenta el número de casos. No se descuidará además si la ocasión se presenta, de excluir a A de alguna de estas combinaciones, de A H K por ejemplo, y observando H K separadamente, llamar al método de diferencia en ayuda del de concordancia. Sólo por el método de diferencia puede comprobarse que A es la causa de *a*; pero el método de concordancia puede determinar con un grado muy suficiente de seguridad si es la causa u otro efecto de una misma causa, siempre que los casos sean á la vez muy numerosos y suficientemente variados.

Pero, ¿hasta dónde es preciso multiplicar estos casos variados no teniendo otro antecedente común que A, para que la suposición de una pluralidad de causas sea excluida, y la conclusión de que *a* depende de A sea liberada de su defectuosidad intrínseca y conducida virtualmente á la certidumbre? Es esta una cuestión a la que no estamos obligados a responder. Pero su examen pertenece a lo que se llama la teoría de las probabilidades, que constituirá luego el asunto de otro capítulo. Se ve en seguida, sin embargo, que la conclusión debe adquirir una certidumbre práctica después de un número suficiente de casos, y que, por consiguiente, el método no está irremediablemente viciado por su imperfección natural. Estas consideraciones, por otra parte, no tienen solamente por objeto, en primer lugar, señalar una nueva causa de inferioridad en el método de concordancia comparado con los demás métodos de investigación, y suministrar nuevos motivos para no contentarse con los resultados obtenidos por este procedimiento sin tratar de comprobarlos, ya por el método de diferencia, ya refiriéndolos deductivamente a una ley o a leyes ya establecidas por este método superior, y en segundo lugar de iniciarse de este modo en la verdadera teoría del valor del número de los casos en la investigación inductiva. La pluralidad de las causas es la única razón que da alguna importancia al puro número. Es esta una tendencia de los espíritus extraños a los hábitos científicos, apoyarse demasiado en el número de los hábitos sin analizarlos, sin estudiar bastante íntimamente su naturaleza, para determinar qué circunstancias

deben o no ser eliminadas. El grado de seguridad de la mayor parte de las personas en sus conclusiones está en razón de la *masa* de experiencia sobre que se fundan; sin considerar que la adición de casos a casos de la misma naturaleza, es decir, que no difieren el uno del otro sino en puntos reconocidos como esenciales, no añade nada a la fuerza de la conclusión. Un solo caso en donde falte algún antecedente existente en todos los demás es de más valor que una multitud de casos, por grande que se quiera, que no tienen otra recomendación que su número. Sin duda, es necesario asegurarse, por la repetición de las observaciones y de las experiencias, de que no se cometió ningún error con relación a los hechos observados, y mientras no se haya adquirido esta seguridad, no se podrá, en lugar de variar las circunstancias, repetir con bastante cuidado la misma operación o experimentación sin cambio alguno. Pero cuando se tiene esta certidumbre, no ofreciendo la multiplicación de los casos nunca cambio en las circunstancias, es completamente inútil, siempre que haya bastantes ya para excluir la suposición de la pluralidad de las causas.

Importa observar que la modificación particular del método de concordancia, que he llamado el método unido de concordancia y de diferencia porque participa en cierto grado de la naturaleza de este último, no tiene el defecto característico que acabo de señalar. En el método unido, en efecto, se supone, no solamente que los casos en los cuales *a* se encuentra, concuerdan únicamente en la presencia de *A*, sino también en los casos en los cuales *a* no se encuentra, concuerdan únicamente por la ausencia de *A*. Ahora bien: esto establecido, *A* no sólo debe ser la causa de *a*, sino ser la única causa posible; pues si hubiese otra, por ejemplo *B*, *B* habría debido faltar, del mismo modo que *A*, en los casos en que *a* no se encontraba, y no sería verdad que estos casos concordaban *solamente* en que ninguno contenía *A*. Esto constituye, pues, una inmensa ventaja del método unido sobre el simple método de concordancia. En verdad, parecería que la ventaja no correspondería tanto al método unido como a una de sus premisas (si así se les puede llamar), a la premisa negativa. El método de concordancia aplicado a casos negativos, aquellos en que un fenó-

meno no tiene lugar, está ciertamente exento del vicio característico de que está afecto en los casos afirmativos. Se podría, por consiguiente, suponer que la premisa negativa podría ser puesta en obra como un simple caso del método de concordancia, sin que hubiese necesidad de añadir una premisa afirmativa. Pero bien que así sea en principio, es generalmente imposible, de hecho, emplear el método de concordancia por medio de casos negativos sin los positivos; pues es mucho más difícil agotar el campo de la negación que el de la afirmación. Por ejemplo, sea la cuestión de saber cuál es la causa de la transparencia de los cuerpos. ¿Cómo hemos de lograrlo investigando directamente en qué se parecen las tan numerosas sustancias que *no son* transparentes? Sería mucho mejor tratar de encontrar algún punto de semejanza entre los cuerpos, comparativamente poco numerosos y bien definidos, que *son* transparentes, y una vez hecho esto nos veríamos naturalmente conducidos a comprobar si la *ausencia* de esta circunstancia única no sería precisamente el punto en el cual todas las sustancias opacas concordaban.

El método unido de concordancia y diferencia, o, como yo le llamo, el método de diferencia indirecta (porque, del mismo modo que el método de diferencia propiamente dicho procede comprobando cómo y en qué los casos en que el fenómeno está presente, difieren de aquellos en que está ausente), este método, digo, es, después del método de diferencia directa, el más poderoso de los instrumentos de la investigación inductiva, y en las ciencias de pura observación, con poca o ninguna experimentación, este método, si bien puesto en relieve en la disquisición sobre la causa del rocío, es el principal recurso, en tanto que se trata de llamar directamente a la experiencia,

3. Hasta aquí hemos hablado de la pluralidad de las causas sólo a título de una suposición posible que, mientras no ha sido separada, hace las inducciones inciertas, y hemos examinado solamente por qué medios se puede, cuando esta pluralidad no existe, rechazar la suposición. Pero debemos considerarla también como un caso que se presenta realmente en la Naturaleza y que, siempre que se presenta, debe poder ser comprobado y determinado por los métodos inductivos. No hay

necesidad, sin embargo, para esto, de método particular. Cuando un efecto puede realmente ser producido por varias causas, el procedimiento para descubrir estas causas no difiere en nada de aquel por el cual se descubre un caso único. Primeramente, pueden ser descubiertas a título de secuencias separadas, por grupos de casos separados. Un conjunto de observaciones y de experiencias muestra que el sol es una causa del calor, otro, que la electricidad, el roce, la percusión, la acción química, son sus fuentes. Luego] la pluralidad de causas puede revelarse en el curso del examen comparativo de casos numerosos entre los cuales se trata de descubrir la circunstancia en la cual concuerdan o no concuerdan. Se encuentra que no es posible notar una circunstancia común en todos los casos en que el efecto aparece; que se pueden eliminar *todos* los antecedentes; que ninguno está presente en todos los casos, que ninguno es indispensable al efecto. Sin embargo, un examen más atento hace ver que si tal antecedente determinado no está siempre presente, hay muchos que, unas veces uno y otras otro, lo están siempre. Si, prosiguiendo el análisis, se puede descubrir en estos últimos algún elemento común, nos encontramos en situación de remontarnos a alguna causa única, que es la circunstancia realmente eficaz en todos. Así es como se piensa hoy que en la producción del calor por el roce, la percusión, la acción química, etc., no hay más que una sola y la misma fuente. Pero si, como sucede ordinariamente, no se puede dar este último paso, es preciso considerar los diversos antecedentes como causas distintas, cada una de las cuales basta por sí misma para producir el efecto.

Terminaremos aquí nuestras observaciones sobre la pluralidad de las causas, y pasaremos a la cuestión más especial y más compleja de la mezcla de los efectos y de la interferencia de las causas entre sí, circunstancias que son la principal fuente de la complicación y de la dificultad del estudio de la Naturaleza, y a las cuales los cuatro únicos métodos posibles de investigación directamente inductiva son, con la mayor frecuencia, como vamos a ver, completamente incapaces de hacer frente. La deducción es el único instrumento propio para desembrollar las intrincaciones que resultan no teniendo

los cuatro métodos otro oficio posible que suministrar premisas y medios de comprobación para las deducciones.

4. El concurso de dos o más causas no produciendo cada una separadamente su efecto propio, sino entremezclando o modificando recíprocamente su efecto propio, tiene lugar, como hemos explicado ya, de dos maneras diferentes. En la una, cuyo ejemplo tenemos en Mecánica en la acción combinada de varias fuerzas, los efectos separados de todas las causas continúan produciéndose; pero son combinados el uno con el otro y desaparecen confundidos en el efecto total. En la otra, que aparece sobre todo en la acción química, los efectos separados cesan completamente y son reemplazados por fenómenos enteramente diferentes y regidos por leyes diferentes.

De estos dos casos el primero es mucho más frecuente, y es el que en mayor parte escapa al alcance de nuestros métodos experimentales. El segundo, que es excepcional, se deja conducir a ellos fácilmente. Cuando las leyes de los agentes primitivos cesan completamente y se manifiesta un fenómeno abiertamente heterogéneo (por ejemplo, dos sustancias gaseosas, el hidrógeno y el oxígeno, puestas juntas, pierden sus propiedades originales y producen la sustancia llamada agua), el hecho nuevo puede, en estos casos, ser sometido a la experimentación como todo otro fenómeno, y los elementos que se denomina sus componentes pueden ser considerados como los agentes de su producción, como condiciones de su manifestación, como hechos que completan su causa.

Los *efectos* del nuevo fenómeno (las propiedades del agua, por ejemplo), la experimentación los descubre tan fácilmente como los efectos de cualquiera otra causa. Pero la determinación de su *causa*, es decir, de la combinación particular de los agentes de que resulta, es a veces muy difícil. Y primeramente el origen y la producción actual del fenómeno son las más veces inaccesibles a la observación. Si no hubiésemos podido conocer la composición del agua más que encontrando los casos en que se forma del oxígeno y del hidrógeno, nos habríamos visto obligados a esperar que a alguno se le ocurriese por casualidad la idea de hacer pasar una chispa eléctrica a través de una mezcla de dos gases, o de sumergir allí una candela.

encendida para ver lo que sucedía. Además muchas sustancias, aunque descomponibles, no pueden ser recompuestas por ningún medio artificial conocido. Hay más: aun cuando hubiéramos comprobado, por el método de concordancia, que el hidrógeno y el oxígeno estaban presentes cuando el agua se produjo, ninguna experiencia sobre el oxígeno y sobre el hidrógeno separados, ni nada de lo que se sabe de sus leyes, nos hubiera conducido a inferir deductivamente que producirían el agua. Nos es preciso una experiencia específica sobre los dos agentes combinados.

Con estas dificultades hubiéramos debido generalmente el conocimiento de las causas de esta clase de efectos, no a investigaciones especialmente instituídas a este fin, sino ya al atraso, ya al progreso gradual de la experimentación sobre las diversas combinaciones de que son susceptibles los agentes productores; los efectos de esta naturaleza ofrecen esta particularidad, que con frecuencia, por un concurso de ciertas circunstancias, reproducen sus causas. Si el agua resulta de la yuxtaposición suficientemente estrecha e íntima del hidrógeno y del oxígeno, este agua, colocada en ciertas condiciones, devolverá el hidrógeno y el oxígeno; las nuevas leyes se suspenderán bruscamente, y los agentes reaparecerán separados, cada uno con sus propiedades primitivas. Lo que se llama el análisis químico es el procedimiento para buscar las causas de un fenómeno en sus efectos, o más bien en los efectos producidos por la acción ejercida sobre él por algunas otras causas.

Lavoisier, calentando el mercurio a una temperatura muy alta en un vaso cerrado conteniendo aire, vió que el mercurio aumentaba de peso y se convertía en lo que entonces se llamaba precipitado rojo, mientras que el aire, después de la experiencia, había perdido de su peso y habíase hecho impropio para la respiración y la combustión. El precipitado rojo sometido a una temperatura aún más elevada, se convertía en mercurio y daba un gas respirable e inflamable. Así los agentes, el mercurio y el gas, que por su combinación producían el precipitado rojo, reaparecían como efectos resultantes de este precipitado rojo influído por el calor. Igualmente, si descomponemos el agua por medio de limaduras de hierro, se ob-

tienen dos efectos, herrumbre é hidrógeno; ahora bien: ya se sabe, por experiencias sobre las sustancias componentes, que la herrumbre es un efecto de la unión del hierro con el oxígeno. El hierro le ponemos nosotros mismos; pero el oxígeno debe ser producido por el agua. El resultado, pues, es que el agua ha desaparecido y ha sido reemplazada por el hidrógeno y el oxígeno, o, en otros términos, que las leyes primitivas de estos agentes gaseosos, que habían sido suspendidas por la introducción de las leyes nuevas llamadas las propiedades del agua, han recobrado su vigor y que se encuentran así las causas del agua entre sus efectos.

Cuando dos fenómenos, cuyas leyes o propiedades consideradas en sí mismas no tienen entre sí ninguna conexión asignable, son así recíprocamente causa y efecto, pidiendo cada uno a su vez ser producido por el otro, y cada uno, desde que ha producido al otro, cesando él mismo de existir (como el agua es producida por el oxígeno y el hidrógeno, los cuales son reproducidos por el agua), esta causación mutua de los fenómenos, cada uno de los cuales es engendrado por la descomposición del otro, es propiamente una transformación. La composición química implica la idea de transformación; pero de una transformación que es incompleta, puesto que nosotros admitimos que el hidrógeno y el oxígeno están presentes en el agua como oxígeno e hidrógeno, y serían perceptibles si nuestros sentidos fueran lo suficientemente agudos; suposición (pues no es otra cosa) fundada únicamente en el hecho de que el peso del agua es la suma de los pesos de los dos ingredientes. Si no hubiera esta excepción a la completa desaparición, en el compuesto de las leyes de los ingredientes separados, si los agentes combinados no hubieran, por el hecho de la conservación del peso, conservado sus leyes propias y dado un resultado mixto igual a la suma de sus resultados separados, no habríamos probablemente tenido nunca la idea de la composición química, tal como la concebimos hoy, y en los hechos del agua proveniente del hidrógeno y del oxígeno, y del oxígeno e hidrógeno provenientes del agua, mostrándose completa la transformación, no hubiéramos visto otra cosa.

En estos casos en que el efecto heteropático (como le he-

mos llamado) no es más que una transformación de su causa, en otros términos: en que el efecto y su causa son a su vez respectivamente causa y efecto el uno del otro y recíprocamente convertibles, el problema del descubrimiento de la causa se resuelve en el otro, más fácil de encontrar, en efecto, investigación que admite el empleo de la experimentación directa. Pero hay otros casos de efectos heteropáticos a los cuales no es aplicable este método de investigación. Tomemos, por ejemplo, las leyes heteropáticas del espíritu, de esa parte de los fenómenos naturales que tienen más analogía con los hechos químicos que con los hechos dinámicos, como los casos en que una pasión compleja se forma por la asociación de varias impulsiones elementales, o una emoción compleja por la reunión de varias impresiones simples de placer o de pena, de que es el resultado, sin ser su agregado y sin serles, bajo ningún aspecto, homogénea. En estos casos, el producto es engendrado por diversos factores; pero estos factores no pueden ser encontrados en el producto. Así el hombre puede llegar a ser un viejo, pero el viejo no puede volver a ser joven. No es posible determinar de qué sentimientos simples resultan los estados complejos del espíritu como se determinan los ingredientes de un compuesto químico haciéndolos a su vez salir del compuesto. No se puede, pues, descubrir estas leyes más que por un largo estudio de los sentimientos simples mismos, y comprobando sintéticamente, por la observación de las combinaciones diversas de que son susceptibles, lo que puede resultar de la acción mutua de los unos sobre los otros.

5. Se podría creer que la otra variedad, en apariencia más simple, de interferencia recíproca de las causas, aquella en que cada causa continúa produciendo su efecto propio, según las mismas leyes que en su estado de asimilamiento, ofrecería menos dificultades a la investigación inductiva que aquella cuyo examen acabamos de determinar. Lejos de esto, está sujeta, en cuanto se trata de la inducción directa, aparte de la deducción, a dificultades infinitamente más grandes. Cuando un concurso de causas da nacimiento a un efecto nuevo, sin relación con los efectos separados de cada una de estas causas, el fenómeno se muestra al descubierto, despierta

la atención por su fisonomía particular y deja fácilmente comprobar su presencia o su ausencia en medio de los fenómenos circundantes. Es desde entonces susceptible de ser reducido a las reglas de la inducción, siempre que se puedan encontrar casos tales como estas reglas lo exigen, dificultad en cierto modo física más bien que lógica. Otra cosa sucede respecto de las causas de lo que hemos llamado anteriormente la composición de las causas. Aquí los efectos de las causas separadas no son reemplazadas por otras y no cesan de formar parte de los fenómenos a estudiar; tienen, por el contrario, siempre lugar, aunque entremezclados con los efectos homogéneos y estrechamente asociados a las otras causas que los disfrazan. Ni son ya a, b, c, d, e , colocados el uno al lado del otro y separadamente discernibles, son:

$$+ a, - a, \frac{1}{2} b, - b^2, b,$$

algunos de los cuales se anulan recíprocamente, mientras que otros no se manifiestan ya distintamente, sino que se confunden en una resultante en la cual es a veces imposible encontrar por la observación alguna relación determinada con las causas de que es la suma y el producto.

La composición de las causas, como se ha visto, consiste en que, aunque dos o más leyes intervengan juntas y anulen o modifiquen recíprocamente su acción, todas, sin embargo, se realizan, siendo el efecto colectivo la suma exacta de los efectos de las causas tomadas separadamente. Un ejemplo vulgar es el de un cuerpo tenido en equilibrio por dos fuerzas iguales y contrarias. Si una de las fuerzas obrase sola, lanzaría el cuerpo en un tiempo dado a alguna distancia por el lado del Este; la otra fuerza, obrando sola, le impulsaría exactamente a la misma distancia por el Oeste, y el resultado será el mismo que si hubiera sido lanzado primero al Este tan lejos como una de las fuerzas le hubiera llevado, y luego al Oeste, tan lejos como la segunda fuerza le hubiera llevado, es decir, precisamente a la misma distancia, quedando por fin donde primeramente se encontraba.

Todas las leyes de causación pueden, de esta manera, ser contrariadas, y en apariencia anuladas, viniendo a conflicto con otras leyes cuyo resultado separado es opuesto al suyo o más o menos incompatible. Esto es lo que hace que, casi para cada ley, muchos casos en los cuales es en realidad cumplida, parecen a primera vista completamente extraños a su dominio. Así sucede en el ejemplo precedente. En Mecánica una fuerza no es otra cosa que una causa de movimiento; pero la suma de los efectos de dos causas de movimiento puede ser el reposo. Además un cuerpo solicitado por dos fuerzas cuyas líneas de dirección forman un ángulo se mueve en la diagonal; y creo que es una paradoja decir que el movimiento en diagonal es la suma de los dos movimientos en las otras líneas. El movimiento, sin embargo, no es más que un cambio de lugar, y a cada instante el cuerpo está exactamente en el lugar en que hubiera estado si las fuerzas hubieran obrado alternativamente en lugar de obrar en el mismo instante (bien entendido que si las dos fuerzas que en realidad son simultáneas se supone que obran simultáneamente, sería preciso conceder un tiempo doble). Es, por consecuencia, evidente, que cada una de las fuerzas ha producido durante cada instante todo su efecto, y que la influencia modificadora que una de las causas concurrentes se ve obligada a ejercer sobre la otra, puede ser considerada, no como ejercida sobre la acción de la causa misma, sino sobre su efecto completamente producido. Pues para la previsión, para el cálculo o la explicación de su resultado colectivo, las causas componentes deben ser tratadas como si produjesen cada una su efecto propio simultáneamente y como si todos estos efectos coexistiesen visiblemente.

Puesto que las leyes de las causas se cumplen realmente en los casos en que las causas son, como se dice, contrarias por causas opuestas, tanto como en los casos en que su acción se ejerce libremente, es preciso tener cuidado de no expresarlas en términos que harían contradictoria la aserción de su cumplimiento en estos casos. Si, por ejemplo, se estableciese como ley de la Naturaleza que un cuerpo al cual se aplica una fuerza se mueve en la dirección de esta fuerza con una velo-

cidad que está en razón directa de la fuerza y en razón inversa de su masa, cuando, en efecto, cuerpos a los cuales la una fuerza es aplicada no se mueven, y los que se mueven (por lo menos en nuestra región terrestre) son, desde el primer instante, retardados por la acción de la pesantez u otras fuerzas resistentes y al fin detenidos, es claro que la proposición general, verdadera en una cierta hipótesis, no expresaría los hechos tales como tienen lugar. Para ajustar la expresión de la ley a los fenómenos reales sería preciso decir, no que el cuerpo se mueve, sino que tiende a moverse en la dirección y con la velocidad indicadas. Se podría, en verdad, salvaguardar la expresión de otra manera, diciendo que el cuerpo se mueve así si no se lo impide cualquier causa contraria. Pero el cuerpo se mueve de esta manera, no solamente cuando no está contrariado: *tiende* a moverse así aun cuando esté contrariado; despliega siempre, en la dirección primitiva, la misma energía motriz que si su impulsión primera no hubiese sido turbada, y producida, por esta energía, una cantidad de efecto exactamente equivalente. Esto es verdad aun cuando la fuerza deje el cuerpo como lo encontré, en estado de reposo absoluto, como cuando se haya tratado de elevar un peso de tres toneladas con una fuerza igual a una tonelada. Pues si mientras se aplica esta fuerza el viento, el agua u otro agente suministra una fuerza adicional justamente de más de dos toneladas, el cuerpo será levantado, lo que prueba que la fuerza aplicada primero producía su pleno efecto neutralizando una parte equivalente del peso que no podía vencer completamente; y si mientras se ejerce esta fuerza de una tonelada sobre el cuerpo, en una dirección contraria a la de la pesantez, se le pesa en una balanza, se encontrará que ha perdido una tonelada de su peso o, en otros términos, que ejerce una presión hacia abajo con una fuerza igual solamente a la diferencia de las dos fuerzas.

Estos hechos están correctamente caracterizados por la palabra *tendencia*. Todas las leyes de causación, siendo susceptibles de ser contrariadas, deben ser enunciadas en términos que afirmen sólo tendencias y no resultados actuales. Las ciencias que poseen una nomenclatura exacta tienen términos

especiales que designen la tendencia al efecto particular objeto de su estudio. Así, en Mecánica, *presión* es sinónimo de *tendencia* al movimiento, y en ella se razona sobre las fuerzas, no como produciendo un movimiento actual, sino como ejerciendo una presión. ¡Muchas otras ramas de las ciencias se alegrarían de un semejante perfeccionamiento de su terminología!

El hábito de descuidar este elemento en la enunciación de las leyes de la Naturaleza ha dado nacimiento al prejuicio popular de que todas las verdades tienen excepciones; y de aquí el descrédito más inmerecido de las conclusiones de la Ciencia sometidas al juicio de espíritus insuficientemente disciplinados y cultivados. Las groseras generalizaciones sugeridas por la observación común tienen excepciones; pero los principios científicos, o, en otros términos, las leyes de causalidad, no las tienen. «Lo que se cree ser una excepción» (como ya lo he dicho en otra parte) es siempre algún otro principio distinto que se cruza con el primero; alguna otra fuerza que viene a chocar contra la primera y a desviarla de su dirección. No hay una ley y una excepción a esta ley, de tal suerte que la ley obre en noventa y nueve casos y la excepción en uno. Hay dos leyes que pueden obrar juntamente en los cien casos y producir por su reunión un efecto común. Si la fuerza, que siendo la menos aparente de las dos, se llama la fuerza *perturbadora*, prevalece bastante sobre la otra en un caso para que este caso constituya lo que se llama comúnmente una excepción, la misma fuerza perturbadora obra probablemente como causa modificativa en muchos otros casos que nadie llamaría excepciones.

«Así, si se establece como ley de la Naturaleza que todos los cuerpos pesados caen a tierra, se diría probablemente que un globo, a quien la resistencia del aire impide caer, es una excepción a esta ley. Pero la ley real es que los cuerpos *tienen* a caer; y esta ley no tiene excepción, ni siquiera para el sol y la luna, pues estos cuerpos, como todo astrónomo sabe, tienden hacia la tierra con una fuerza precisamente igual a aquella con la cual la tierra tiende hacia ellos. En el caso del globo, se podría, por una mala interpretación de la ley de la

gravitación, decir que la resistencia del aire *domina* la ley; pero su efecto perturbador es tan real en todos los demás casos, puesto que si no impide completamente la caída de los cuerpos, la retrasa. La regla y la pretendida excepción no se reparte en los casos; son, la una y la otra, una regla que se extiende a todos. Llamar a uno de los principios una excepción del otro, es una manera de hablar superficial y contraria a los verdaderos principios de nomenclatura y de clasificación. Un efecto exactamente de la misma especie y producido por la misma causa, no debería ser colocado en dos categorías diferentes, simplemente porque pueda haber o no haber otra causa que le domine.»

6. Tenemos que examinar ahora por qué métodos deben ser estudiados estos efectos complejos, compuestos de efectos de muchas causas; cómo se sabría reportar cada efecto al concurso de causas de que depende y determinar las condiciones de su reaparición, es decir, las circunstancias en las cuales se puede esperar que se producirá todavía. Estas condiciones de un fenómeno que dependen de una composición de causas pueden ser investigadas, deductiva o experimentalmente.

Pueden, evidentemente, ser investigadas deductivamente. La ley de un efecto de esta naturaleza es un resultado de las leyes de las causas separadas, de cuya combinación depende, y puede, por consiguiente, ser deducido de estas leyes. Es lo que se llama el método *a priori*. El otro, el método *a posteriori*, procede según las reglas de la investigación experimental. Considerando el conjunto de las causas concurrentes que producen el fenómeno como una causa única, trata de determinar esta causa por la vía ordinaria, la comparación de los casos. Este segundo método se subdivide en dos ramas. Si colaciona simplemente casos del efecto, es un procedimiento de pura observación. Si experimenta sobre las causas y se ensayan diversas combinaciones en la esperanza de caer precisamente sobre la que produce todo el efecto dado, es un método experimental.

Para esclarecer más completamente la naturaleza de cada uno de estos tres métodos, y decidir cuál es el que merece la preferencia, convendrá (conforme á la máxima favorita del

lord canceller Eldon, a la cual, a pesar del ridículo filosófico que ha corrido con frecuencia, una filosofía más profunda no rehusará su sanción) «rodearle de sus circunstancias». Escogeremos a este fin un caso que no ofrece un ejemplo muy brillante de éxito de uno u otro de los tres métodos, pero que puede, mejor que cualquier otro, hacer ver claramente sus dificultades intrínsecas. Sea, pues, el objeto de la investigación, las condiciones de la salud y de la enfermedad en el cuerpo humano, o, para mayor sencillez, las condiciones del restablecimiento de la salud después de una enfermedad dada; y para restringir aún más la investigación, limitémosla primeramente a esta sola cuestión: tal o cual medicamento (el mercurio, por ejemplo), ¿es o no es un remedio para tal enfermedad?

Ahora, el método deductivo partirá de las propiedades conocidas del mercurio y de las leyes conocidas del cuerpo humano, y, razonando, según estos datos, tratará de descubrir si el mercurio ha de obrar sobre el cuerpo atacado de la enfermedad supuesta, de manera que restablezca la salud. El método experimental administrará el mercurio en el mayor número de casos posible, anotando la edad, el sexo, el temperamento y otras particularidades del organismo, la forma o la variedad particulares de la enfermedad, su marcha, y su grado actual, etc. Notando en cuáles de estos casos y con qué circunstancias produjo un efecto saludable, el método de simple observación compararía los casos de curación con los casos de no curación, para encontrar casos que, concordando en todo lo demás, diferirían solamente en que el mercurio fué o no administrado.

7. Que este último método sea aplicable a este caso, nadie lo sostendrá seriamente. Nunca se ha llegado por esta vía, en una cuestión tan complicada, a conclusiones de tanto valor. No podría resultar todo lo más sino una vaga impresión general en pro o en contra de la eficacia del mercurio, por la cual no nos podríamos guiar, a menos que fuese confirmada por los otros dos métodos. No es esto que los resultados perseguidos por este método no sean de más alto valor si pueden ser obtenidos. Si, en efecto, se viese que en todos los casos de curación recogidos en un gran número el mercurio había sido

administrado, se podría con toda confianza generalizar la experiencia y estaríamos en posesión de una conclusión de valor real. Pero no se puede esperar obtener en un caso de esta naturaleza una base de generalización semejante. Y la razón está en ese defecto de esencial y característico método de concordancia, precedentemente señalada: la pluralidad de las causas. Aun suponiendo que el mercurio tiende a curar la enfermedad, tantas otras causas, naturales o artificiales, obran en el mismo sentido, que debe ciertamente haber numerosos ejemplos de curaciones operadas sin la intervención del mercurio, a menos que no se le administrase en todos los casos; pero en esta hipótesis se le encontraría también en los casos de fracaso.

Cuando un efecto depende del concurso de muchas causas, la parte de cada uno en el resultado no podría generalmente ser muy grande. El efecto, probablemente, no sigue, ni aun aproximadamente, ya en su ausencia, ya en su presencia, y menos aún en sus variaciones, a una cualquiera de las causas. La curación de una enfermedad es un acontecimiento al cual muchas influencias diversas deben concurrir. El mercurio puede ser una de estas influencias; pero en el hecho de haber otras sucederá muchas veces que aunque el mercurio haya sido empleado, faltando las demás influencias, el enfermo no curará, y que muchas veces curará sin mercurio, por estas otras influencias favorables. Así no hay concordancia, ni entre los casos de curación y la administración del mercurio, ni entre los casos de no curación y su no administración. Ya será bastante si, por repetidas y exactas observaciones en los hospitales, se pudiese concluir que hay más curaciones y menos fracasos cuando el mercurio es administrado que cuando no lo es; resultado, por lo demás, de una importancia muy secundaria, aun para la práctica, y casi sin valor ninguno para la teoría científica.

8. Una vez reconocida la completa insuficiencia del método de pura observación en la investigación de las condiciones de los efectos que dependen de varias causas, será preciso ver si se puede esperar más de la otra rama de la Medicina *a posteriori*, la que procede ensayando diversas combina-

ciones de causas operadas artificialmente o encontradas en la Naturaleza, y tomando nota del efecto que se produjo; por ejemplo, experimentando el efecto del mercurio en circunstancias tan diferentes como sea posible. Este método difiere del examinado antes, en que dirige la atención directamente sobre las causas, en lugar de dirigirla sobre el efecto, la curación; y como por regla general los efectos son mucho más accesibles al estudio que las causas, es natural pensar que este método tiene más probabilidades de éxito que el primero.

El método que examinamos ahora se llama el método empírico, y para apreciarle convenientemente debemos suponerle no incompletamente, sino completamente empírico. Es preciso excluir de él todo lo que en alguna manera pertenezca a la deducción. Si, por ejemplo, se experimenta el efecto del mercurio sobre una persona en buena salud para determinar las leyes generales de su acción sobre el cuerpo humano y se juzga según estas leyes cómo obrará sobre individuos que tengan una determinada enfermedad, el procedimiento puede ser bueno, pero es la deducción. El método experimental no deriva la ley de un caso complejo de leyes más sencillas que concurren a su producción. Experimenta directamente sobre el caso complejo. Podemos hacer completa abstracción de tendencias más simples, de todos los *modi operandi* del mercurio. La experimentación debe tratar de obtener una respuesta directa a esta pregunta: el mercurio, ¿es o no es apto para curar la enfermedad?

Veamos, pues, hasta qué punto las reglas ordinarias de la experimentación pueden ser seguidas en este caso. Cuando proyectamos una experiencia para probar el efecto de un agente dado, no dejamos jamás, cuando podemos, de tomar ciertas precauciones. En primer lugar, introducimos el agente en un conjunto de circunstancias exactamente determinadas. Ahora bien: apenas hace falta observar cuán lejos está de ser realizada esta condición en los casos relativos a los fenómenos de la vida, cuán lejos estamos de conocer todas las circunstancias que preexisten en tal o cual caso en que el mercurio fué administrado. Esta dificultad, insuperable en la mayor parte de los casos, puede, sin embargo, no serlo en todos.

Es posible algunas veces, en los casos en que una multitud de causas se encuentran, saber exactamente cuáles son las causas. Además la dificultad puede ser atenuada por la repetición de las experiencias bajo condiciones que hagan improbable que alguna de estas causas desconocidas existe en todas. Pero cuando este obstáculo se ha suprimido, encontramos otro aún más serio. Queriendo instituir una experiencia, no estamos suficientemente seguros de que no haya en el caso experimentado alguna circunstancia desconocida. Es preciso también que alguna de las circunstancias conocidas no tenga efectos que podrían ser confundidos con los del agente cuyas propiedades estudiamos. Trabajamos por excluir todas las causas susceptibles de entrar en composición con la causa dada; o bien si nos vemos obligados a dejar algunas, tenemos cuidado de circunscribirlas de manera que podamos apreciar y calcular su parte de influencia; de suerte que, sustracción hecha de estos otros efectos, el efecto de la causa dada pueda aparecer como fenómeno residuo.

Estas precauciones son imposibles en los casos como los que examinamos ahora. Habiendo sido experimentado el mercurio con una multitud desconocida (o aun conocida, si se quiere) de otras circunstancias influyentes, el hecho sólo de que son influyentes implica que disfrazan el efecto del mercurio, y nos impiden ver si ha producido o no algún resultado. A menos de conocer ya lo que debe ser atribuído a cualquier otra circunstancia (es decir, a menos de suponer resuelto el problema mismo que se trata de resolver), no se puede asegurar que estas otras circunstancias no hayan podido producir el efecto total, sin, o a pesar del mercurio. El método de diferencia en su género de aplicación ordinario consiste en comparar el estado de cosas que sigue a la experiencia con el estado de cosas que le ha precedido, por lo que se encuentra, en los casos de mezcla de los efectos, completamente inútil, porque en el intervalo han obrado otras causas distintas de las que se trata de determinar. En cuanto a la otra forma de emplear el método de diferencia, que consiste en comparar, no ya el mismo caso en dos períodos diferentes, sino casos diferentes, es aquí completamente quimérico. Es, en efecto, du-

doso que en fenómenos tan complicados se encuentren nunca dos casos perfectamente semejantes en todas sus circunstancias fuera de una sola; y si se encontrasen, no sería posible saber que son tan exactamente semejantes.

Así, pues, en estos casos complicados no podría tratarse de una aplicación científica, cualquiera que fuese, del método experimental. Sólo se puede, en los casos más favorables, y por ensayos repetidos, descubrir que una determinada causa va *muy frecuentemente* seguida de un cierto efecto; pues, en general, la parte de cada uno de los agentes en juego en uno cualquiera de los efectos producidos por su acción común, es, como se ha notado precedentemente, bastante restringida; y aquel cuya influencia, en gran número de casos, no es anulada por otras influencias, debe ser la causa más poderosa.

Si el método experimental sirve de tan poco para determinar las condiciones de un efecto de varias causas determinadas en casos de Medicina, mucho menos aplicable será a una clase de fenómenos más complicada que los de la Fisiología, los hechos políticos e históricos. Aquí la pluralidad de las causas es casi infinita, y los efectos están, en su mayor parte, inextricablemente mezclados los unos a los otros. Para colmo de dificultades, casi todas las investigaciones de ciencia política tienen por objeto efectos de la más vasta extensión, tales como la riqueza, la moralidad, la seguridad pública y otros semejantes; resultados susceptibles de ser afectados directa o indirectamente, ya en más, ya en menos, por cada hecho que se produce, por cada acontecimiento que tiene lugar en la sociedad humana. La opinión vulgar de que los buenos métodos de investigación en las materias políticas son los de la inducción baconiana, que el verdadero guía en estas cuestiones no es el razonamiento, sino la experiencia especial, será un día citada como uno de los signos menos equívocos del rebajamiento de las facultades especulativas de la época en que fué acreditado. Nada más risible que estas especies de parodias del razonamiento experimental que diariamente encontramos, no solamente en las discusiones familiares, sino en graves tratados sobre las cuestiones relativas a la cosa pública. «¿Cómo—se pregunta—podría ser una institución mala, cuando el país

ha prosperado bajo ella?» «¿Cómo tales o cuales causas habrían contribuido a la prosperidad de un país, cuando otro país prosperó sin esas causas?» Al que emplea argumentos de este género y de buena fe, debería enviársele a aprender los elementos de alguna de las ciencias físicas más fáciles. Estos razonadores ignoran el hecho de la pluralidad de las causas en el caso mismo en que se presenta el ejemplo más señalado. Es tan poco lícito en estas materias concluir según la comparación de casos particulares, que aun la imposibilidad de las experiencias artificiales en el estudio de los fenómenos sociales—circunstancia tan perjudicial en la investigación inductiva directa—es aquí poco de lamentar, pues aunque se pudiera experimentar sobre una nación o sobre toda la raza humana con tan poco escrúpulo como Magendi experimentaba sobre los perros y los conejos, no se conseguiría nunca producir dos casos que no difiriesen absolutamente en nada, sino es en la ausencia o presencia de alguna circunstancia bien definida. Lo que se parece más a una experiencia en el sentido filosófico de la palabra, en las cosas políticas, es la introducción de un nuevo elemento activo en los negocios públicos por una medida de gobierno especial, tal como la promulgación o la derogación de una ley particular. Pero cuando hay tantas influencias en juego, hace falta tiempo para que la influencia de una causa nueva sobre los hechos nacionales se haga aparente; y como las causas que operan en tan grande esfera, no solamente son infinitamente numerosas, sino que también se alteran continuamente, es lo cierto que antes de que el efecto de la nueva causa se haga bastante manifiesto para ser objeto de inducción, un tan gran número de otras circunstancias influyentes habría cambiado, que la experiencia estaría necesariamente viciada.

En consecuencia, dos de los tres métodos posibles en el estudio de los fenómenos resultantes de la combinación de varias causas son, por la naturaleza misma del caso, ineficaces e ilusorios, por lo que no queda más que el tercero, el que considera las causas separadamente e infiere el efecto según la balanza de las diferentes tendencias que le producen; en resumen: el método deductivo *a priori*. El examen más deta-

llado de este procedimiento intelectual reclama un capítulo especial.

CAPÍTULO XI

DEL MÉTODO DEDUCTIVO

1. El modo de investigación que, por consecuencia de la inaplicabilidad comprobada de los métodos directos de observación y de experimentación, resta como principal instrumento del conocimiento adquirido o por adquirir relativamente a las condiciones o a las leyes de reaparición de los fenómenos más complejos, se llama, en el sentido más general, método deductivo; y consiste en tres operaciones: 1, una inducción directa; 2, un razonamiento; 3, una verificación.

Llamo al primer paso del procedimiento una operación inductiva, porque la base de todo debe ser una inducción directa, bien que en muchas investigaciones particulares la inducción pueda ser reemplazada por una deducción anterior; pero las premisas de esta deducción previa deben haber sido establecidas por la inducción.

El problema del método deductivo consiste en determinar la ley de un efecto según las leyes de las diversas tendencias cuyo resultado común es. Por consiguiente, la primera condición es conocer las leyes de estas tendencias, la ley de cada una de las causas concurrentes, lo que supone una observación o una experimentación previa para cada causa separada, o una deducción preliminar, cuyas premisas superiores deben derivar también de la observación y de la experimentación. Así, si se trata de los fenómenos históricos o sociales, las premisas deben ser las leyes de las causas de que dependen los fenómenos de este orden; y estas causas son las acciones de los hombres, así como las circunstancias exteriores bajo la influencia de las cuales el género humano está colocado, y que constituyen la condición del hombre sobre la tierra. El método deductivo aplicado a los hechos sociales debe, pues, co-