

§ 64.—DETERMINACIÓN EN LA ESCALA SUPERIOR.
INDETERMINACIÓN EN LA MÁS BAJA.

La ley de los grandes números es todavía una cosa sorprendente á causa de que el resultado, aproximado solamente en la escala inferior, es riguroso en la superior. Si jugamos muchísimo tiempo al rojo y negro, comprobamos, es cierto, algunas veces una igualdad perfecta en el número de pases de ambos colores; pero frecuentemente hay entre los dos números diferencias que varían y cambian de sentido, que serán de 5, ó de 15 ó de 25 ó de más, pero que permanecen siempre del mismo orden de grandes, cualquiera que sea el número de pases jugados; es decir, que no hay tiempo de comprobar que sean más grandes cuando se han jugado un millar de pases que cuando se han jugado mil. Importantes esas diferencias para el jugador que juega golpes aislados, desaparecen ante el número creciente de los pases jugados. Igualmente, para las moléculas de los gases, importantes para el observador en la escala molecular de que se sirve para jugar á la lotería, las diferencias fortuitas que se manifiestan en su historia desaparecen para el observador que en la escala superior estudia la ley de Mariotte. Que 20 más ó menos de la

cuenta hayan dado en la pared, la medida de presión producida no se ha modificado *sensiblemente*. Las matemáticas, habituadas á hablar de los *infinitos pequeños de diversos órdenes*, es decir, á introducir en sus cálculos el problema de la escala, dirán que esas 20 moléculas de más ó de menos constituyen para el físico una cantidad de *orden* inferior. Lo que es precisión en una escala es imprecisión en la *más baja*. Igualmente, lo que es determinado en una escala puede ser parcialmente indeterminado en la escala más baja, ó mejor, allí donde, para el hombre observador, hay una determinación en una cierta escala, queda, no obstante, para el hombre también, la posibilidad de muchos análisis *diferentes* del fenómeno observado en fenómenos parciales de la escala inferior. Esos análisis posibles no estarán limitados sino por la necesidad de ver reproducir por la síntesis de sus elementos el fenómeno observado en una escala superior.

Por lo contrario, si los elementos están determinados en una escala, la síntesis de esos fenómenos en una escala *superior* está igualmente determinada. No habiendo duda posible, es preferible, cuando se puede, estudiar primero las propiedades de los elementos, para deducir en seguida de las propiedades del conjunto los elementos. En biología, por ejemplo,

vale más comenzar por estudiar los protoplasmas y pasar de su estudio al del hombre, que pasar del estudio de éste al de los protoplasmas que le constituyen.

Sábase además que hipótesis inverosímiles han forjado las que, habiendo estudiado al hombre en su escala, trataron antes de la invención del microscopio de formarse una idea de su estructura y funcionamiento. Tenían el campo libre, no teniendo ningún medio de estudio directo. Bastaba que los elementos imaginarios, en los que habían descompuesto al hombre, realizaran, por su acción combinada, lo que creían era la actividad de aquél. El animismo y el micromerismo fueron las consecuencias de ese método.

La mayor parte de las leyes conocidas son, como la ley de Mariotte, leyes que se manifiestan en cierta escala. Si nuestros medios de investigación no nos permiten estudiar directamente lo que pasa en la escala inferior, podemos imaginarnos siempre, en esa escala, fenómenos parcialmente indeterminados y en que la ley de la escala superior sea la ley de los grandes números. Por consiguiente, determinación en la escala en que uno estudia directamente los fenómenos; indeterminación, si quiere uno servirse de la ley establecida en esa escala para imaginar el mundo de la escala infe-

rior; ésa es una regla general. Los juegos de azar nos han llevado naturalmente á esta concepción. No hay que creer, pues, como se dice con frecuencia, que es la ignorancia del operador lo que causa la comprobación de la ley de los grandes números. La ignorancia en que se mantiene, en el caso de un juego de cartas bien hecho, tiene por resultado impedir que el operador introduzca voluntariamente, en la serie de los rojos y negros, una causa de indeterminación además de la que ha introducido ya al instituir el juego. Esa indeterminación querida desaparece en la ley de los grandes números y la influencia del operador también, siempre que esa influencia esté reglamentada por la construcción del juego.

§ 65.—EL AZAR Y LA SELECCIÓN NATURAL.

Darwin sorprendió al mundo enseñando que los caracteres más adaptados y mejor coordinados de los seres vivos son obra del azar. Esa manera de hablar es útil para permitir rechazar la creencia en una creación hecha con todas las piezas por una inteligencia superior preexistente; pero, considerándola bien, se la encuentra defectuosa, y sería injusto reprocharla á Darwin que, al menos bajo esta forma, no la empleó. Ante todo, el azar que se llama se-

lección natural no entra en la definición que hemos dado anteriormente del azar en general. No es cuestión de ignorancia, para tal ó cual, de las actividades que componen el conjunto considerado; el azar de Darwin es la actividad universal, es la naturaleza, pero la naturaleza no consciente, no finalista, no previsor; la naturaleza ciega.

He indicado en muchas obras (1) que las verdades enunciadas por Darwin son verdades de Pero-Grullo, enunciadas de repente. La selección natural no es un factor propiamente dicho de la evolución de las especies, sino un procedimiento de narración; y lo que ha hecho su éxito prodigioso es que los hombres están enamorados de los razonamientos finalistas y que Darwin supo dar una apariencia finalista á un razonamiento *a posteriori*. Tomamos la cuestión desde el punto de vista del azar. Los seres vivos, estando en lucha constante con el ambiente, están sujetos á derrotas y á victorias. Hay azares que matan y hay otros que conservan la vida ó que, al menos, no la impiden continuar.

Los azares que matan no nos interesan desde el punto de vista de la formación de las especies; las líneas que se prolongan hasta nosotros

(1) V. *Los límites del conocimiento y Tratado de Biología*.

jamás se han interrumpido por la muerte, ninguno de sus miembros ha encontrado, al menos antes de la edad de la reproducción, el azar que mata, sin lo que no habría dejado descendencia y no podríamos estudiarla.

Todos los seres que conocemos han sido, pues, favorecidos por el azar. ¿Hemos de deducir de ello que el azar ha *dirigido* su evolución? He aquí una comparación que mostrará la legitimidad de un lenguaje semejante.

En la célebre experiencia de Pfeffer sobre la quimiotaxia, los anterozoides móviles de Fougère, extendidos en una gota de líquido, están en ella sometidos á movimientos caprichosos frente á los cuales nos hallamos en una completa ignorancia. Esos anterozoides móviles se mueven al azar. Pfeffer introdujo en una región de la gota un tubo capilar, abierto por un extremo, que contenía una solución de ácido málico, que atrae á los anterozoides. Eso no impide que los anterozoides continúen moviéndose al azar, porque hay otras causas de movimiento para ellos que la atracción por el ácido málico; pero *si alguna de esas causas de movimiento es capaz de luchar victoriosamente contra la atracción hacia el tubo capilar*, el resultado, al cabo de cierto tiempo, será que todos los anterozoides hayan sido atraídos por el tubo. Esos anterozoides se movían al azar; un observador no advertido

de la existencia del tubo de Pfeffer hubiera creído que se movían completamente al azar, mientras la marcha hacia el tubo era débil respecto de los demás movimientos. Ahora nadie dirá que es el azar el que los ha llevado hacia el ácido málico. El azar no les ha impedido acercarse poco á poco al tubo; eso es todo.

Lo mismo puede decirse de las líneas animales que se han prolongado hasta nosotros. El azar no les ha impedido prolongarse; no han encontrado el azar que mata. Todos los azares con que han tropezado no les han impedido permanecer vivas, someterse á las leyes de la vida, y han sido esas leyes de la vida, *aplicadas á pesar de los azares*, las que han hecho de sus descendientes actuales lo que son. Ahí también, como en todas los casos en que se da algo coordinado, el azar no ha hecho más que disfrazar una ley. La cláusula «bajo pena de muerte», que es la cláusula biológica por excelencia, ha *canalizado* (1) el azar por las líneas que no han encontrado el azar mortal. Pero el azar canalizado es el azar domeñado por las leyes de la materia viva. El azar canalizado es la educación específica; todo azar que no mata forma parte de la educación. Lejos de mí la idea de

(1) He empleado esta expresión hace algunos años ya en *Las influencias de los antepasados*.

negar importancia á la educación—y del azar, por consiguiente—en la formación de las especies; cada funcionamiento de un ser vivo es susceptible de representarse, como hemos dicho más arriba, por la fórmula simbólica ($A \times B$), y si es cierto que la serie de factores *B*, la educación individual, la educación específica, es uno de los factores del resultado final, el estado actual del ser coordinado; pero el hecho de que ese ser esté *adaptado y coordinado* es la consecuencia de las propiedades de *A* y de las leyes de la vida y no del azar. Otra línea, salida del mismo antepasado, habría conducido, á través de azares diferentes, á un ser *diferente*, pero igualmente *coordinado*. La coordinación y el mecanismo admirable de los seres vivos actuales son resultado de *las leyes de la vida*. La selección natural no es más que una manera de narrar cómo esas leyes, en la línea considerada, se han aplicado sin interrupción hasta el presente. Todo lo que ha hecho el azar ha sido no cortar la línea; las líneas llegadas hasta nosotros no han encontrado el azar que mata. He ahí el papel del azar en la explicación de la *coordinación* de las especies actuales.

En otros términos, y para evidenciar mejor la existencia de las leyes biológicas: un hombre que conoce actualmente un animal, no puede prever lo que será ese animal puesto que no co-

noce las circunstancias por que atravesará; pero puede afirmar que, *si permanece vivo*, se adaptará al medio, lo que es la definición de la vida.

Contrariamente á Darwin, que encubrió cuanto es posible la actividad personal de los seres vivos en la lucha con el medio, Lamarck evidenció esa lucha individual y la consideró como el fenómeno esencial de la vida. Es sobre esta cuestión sobre la que se mantiene la lucha entre las dos escuelas. El darwinismo no explica la coordinación del hombre; el lamarckismo sí. En desquite, en los casos en que el mecanismo del conjunto desempeña un papel mínimo, como ocurre en los vegetales, el darwinismo *puede* parecer suficiente. En una obra reciente (1) he mostrado que se pueden poner de acuerdo las dos escuelas dividiendo el mecanismo de los animales superiores en sus elementos vivos más pequeños, células ó aun partes constitutivas de las células. Entonces el darwinismo aplicado pura y sencillamente á esos elementos pequeñísimos, conduce al lamarckismo si se considera al animal en su conjunto. Es siempre la ley de los grandes números y el problema de la escala; ley en la escala superior (lamarckismo); el fenómeno parece regido por azar en la escala inferior (darwinismo). El misterio de la ley de los

(1) *Lamarckismo y darwinismo*.

grandes números despéjase aquí: es porque todos los elementos de la escala inferior están dotados de *vida elemental* por lo que su unión da la *vida* al ser de la escala superior; no es con el azar solo con lo que hace la ley.

Un caso se presenta, en la vida de algunos animales, en que la coordinación en la escala superior resulta de un desorden perfectamente organizado en la escala inferior; es el caso de la metamorfosis. En un momento dado los elementos nuevos proliferan en el seno de los tejidos preexistentes de una hormiga no adulta. Los elementos viejos son condenados á muerte y los emigratorios ó fagocitos se multiplican y devoran las células condenadas. En apariencia no es el caos absoluto. Es la revolución. Después, todo se arregla y la imagen surge admirablemente coordinada de ese período de trastornos. Siempre el problema de la escala.

Una observación importante, y sobre la cual ha insistido particularmente Ch. Pérez (1) á propósito de los metamorfosis de las hormigas, es que la *histogénesis* (producción de tejidos nuevos) comienza siempre antes que la *histolisis* (destrucción de los tejidos viejos). Eso permite generalizar en biología la fórmula en que he propuesto (2) condenar el principio de Carnot

(1) Tesis del doctorado, 1902.

(2) V. más arriba, epigrafe del cap. V.

para la Física: «La naturaleza no fía». No fía ni á ella misma, y paga siempre de antemano. Nuestras revoluciones tendrían quizá un resultado más duradero si imitáramos á la sabia Naturaleza, y construyéramos antes de destruir, dejando á nuestras construcciones nuevas el cuidado de derrumbar los viejos edificios sociales.

§ 66.—LAS PRETENDIDAS LEYES DEL AZAR.

Estaba ya casi terminado el estudio precedente, cuando apareció en la *Revue du Mois* un nuevo trabajo de M. Poincaré sobre el azar. Y, lo que prueba que el problema preocupa muchas inteligencias; el mismo número de la revista contenía, además, una polémica sobre el mismo asunto.

No es el problema mismo del azar lo que interesa, porque no hemos de sorprendernos de ignorar muchas cosas y, por lo tanto, de no poder preverlas. Lo que choca es la ley de los grandes números, que se manifiesta en los casos en que *parece* que ignoramos todo en la determinación de cada golpe aislado. Pero no deben olvidarse las minuciosas precauciones de que es menester rodearse, cuando se instituye un juego de azar, para que la ley de los grandes números se verifique, es decir, en lenguaje

de jugador, para que las suertes sean iguales. Es menester un juego homogéneo, es preciso un tahur de buena fe, etc. Todas esas necesidades indican, aunque no se esté en el caso de ignorancia total, que un golpe aislado no puede preverse.

Lo que me ha llamado más atención en el artículo de M. Poincaré es su cuidado en definir el azar. Yo he dado, sin gran trabajo, porque se presenta naturalmente á todos, una definición que me parece suficiente. M. Poincaré comienza también por dar esa definición, pero rectificase en seguida, porque piensa en la ley de los grandes números, en el cálculo de probabilidades, y esa misteriosa ley de los grandes números le lleva á decir: «Es menester, pues, que el azar sea *otra cosa* que el nombre que damos á nuestras ignorancias; que, entre los fenómenos cuyas causas ignoramos, distingamos los fenómenos fortuitos, sobre los cuales el cálculo de probabilidades nos dará indicaciones provisionales, y *aquellos que no son fortuitos*, y sobre los que no podemos decir nada mientras no hayamos determinado las leyes que los rigen».

Yo razonaría de una manera completamente inversa. Habiendo definido el azar por nuestra ignorancia, nuestra imposibilidad de prever, he comprobado casi en seguida que, en ciertas

cosas, nuestra ignorancia perfecta para un golpe aislado, no lo es para un gran número; que en otros casos, nuestra ignorancia perfecta para un golpe aislado, lo es también para un gran número de ellos considerados en su conjunto. Dicho de otro modo, para emplear nuestro lenguaje de las escalas; hay ciertos casos en que nuestra ignorancia en una escala inferior enmascara una ley que se revela en una escala superior; y hay otros en que nuestra ignorancia es igualmente completa en ésta. No hubiera ideado jamás decir que los primeros fenómenos son fortuitos, y los segundos no; *diré, por lo contrario, que los segundos lo son más*. La definición del azar es anterior al descubrimiento de la ley de los grandes números que rige á *algunos* juegos de azar. No veo, así, ninguna razón para hacer entrar en la definición del azar la noción de probabilidad, que es muy posterior á él. Y si se hace, habrá que inventar una palabra para hablar de esos fenómenos que no podemos prever y á los que no se aplica el cálculo de probabilidades.

Si, por ejemplo, como he supuesto anteriormente, se juega al rojo y negro con un paquete de cartas de composición desconocida, cambiando el paquete antes que un número suficiente de pases haya dado una idea de su composición, si se jugase así durante mucho tiem-

po, con paquetes diversos de composición fantástica, el juego rojo y negro no sería para M. Poincaré un juego de azar, porque la ley de los grandes números no se verificaría en él. ¿Esa manera de hablar no es abusiva? Á ese abuso de lenguaje, creo, se debe la paradoja que reedita M. Poincaré, según José Bertrand: «Todo lo que acabamos de decir no nos explica aún por qué *el azar obedece á las leyes*». Las preocupaciones de orden metafísico que han hecho nacer la ley de los grandes números sacarán un alimento enojoso en tal manera de expresarse. Vale más definir francamente el azar por nuestra ignorancia; pues, *en ciertos casos*, comprobaremos que los hechos que aisladamente son hechos de azar, dan, por acumulación, promedios sometidos á la ley de los grandes números; y en cada uno de los casos habrá que buscar la razón por la que la ignorancia desaparece por la acumulación de golpes. He dado anteriormente muchos ejemplos de leyes disfrazadas en la escala inferior y evidenciadas por los grandes números.

No hay leyes del azar.

No me permitiré discutir la demostración de M. Poincaré respecto á las pequeñas causas que producen grandes efectos. Para el ilustre matemático, esa particularidad es necesaria para la definición del azar. Yo veo, en todos los

fenómenos actuales, considerados de cierta manera, causas pequeñas produciendo grandes efectos. Pero no aventuraré un paso sobre un terreno en que el pie se me iría en seguida. Creo solamente útil pedir que se adopte para hablar de estas cuestiones, que han descarriado á tantas inteligencias, un lenguaje verdaderamente claro, que no conduzca á contradicciones aparentes, que suministren un alimento peligroso á nuestro misticismo hereditario.

CAPÍTULO XIII

LAS MEDIDAS

§ 67.—IMPERSONALIDAD DE LA MEDIDA.

La medida es una operación por la que un hombre, habiendo estudiado un objeto exterior, define una de sus cualidades en un lenguaje tal que otro hombre puede utilizar la enseñanza así dada para reconocer el objeto á que se refiere. Para que un objeto sea tan bien definido como es posible por las medidas, es preciso que esas medidas se refieran á todas las cualidades que nos son conocidas del mismo: forma visual, forma táctil (rugosidad, pulimento, etc.), color, sonoridad, olor, sabor, temperatura, etc. El conjunto de medidas respecto de un cuerpo constituye su señalamiento.

Para cada cualidad, en cada cantón sensorial, habrá puntos de referencia; y es por esos puntos por los que se apreciará el valor particular de la cualidad correspondiente en el cuerpo considerado. Convendrá que los puntos de referencia hayan sido escogidos de común acuerdo por