

La previsión del futuro

Es demasiado evidente, para que nos detengamos aquí en demostrarlo, la trascendencia práctica que en la vida humana tiene el conocimiento de los sucesos futuros: la revelación hecha al patriarca José en Egipto acerca del significado de los sueños del faraón fué la salvación del país, que con un fácil aprovisionamiento previno las funestas consecuencias que las caprichosas crecidas del Nilo, del que depende su vida agrícola, hubieran tenido al interrumpirse durante los siete años de sequía, tras de los siete primeros de abundancia; tres milenios y medio más tarde estamos viendo que la diferencia entre el crecido número de víctimas y grandes pérdidas materiales que antaño producían los ciclones en la Florida, y la relativa seguridad de hoy, consiste únicamente en que ahora *se sabe* cuándo y por dónde va a venir el ciclón, y se toman a tiempo las medidas oportunas, entre ellas la de recoger del campo el ganado y resguardarlo en cuevas especiales hasta que pase el peligro.

Hasta qué punto es dado al hombre resolver este problema, depende de circunstancias diversas que vamos a examinar bajo el punto de vista filosófico y científico; la previsión de los acontecimientos futuros será un hecho siempre que se conozca la ley que los rige; pero estas leyes pueden ser de carácter muy diferente: los movimientos aparentes y reales de los cuerpos celestes, desde las más lejanas nebulosas hasta los satélites artificiales, están sujetas a normas bien conocidas y con mucha anticipación se calculan sus órbitas y posición, de suerte que los almanaques náuticos y efemérides astronómicas consignan con extraordinaria exactitud su situación en el cielo, sus eclipses y ocultaciones, etc.; anunciado por las estaciones meteorológicas el avance de un frente frío o de una borrasca, es posible señalar sobre el mapa el proceso que ha de seguir y los efectos que producirá en cada sitio... *a no ser* que otros factores posibles y variables se interpongan, y perturben los resultados previstos en un principio; las disposiciones de las autoridades civiles que regulan el tráfico rodado nos dicen en cada cruce de calles o carreteras por dónde han de ir los carruajes y peatones... *a no ser* que a algún despistado o distraído se le ocurra pasar por donde no debe y resulte víctima de semejante desobediencia él mismo o algún otro.

En la común estimación, el pronóstico del primer ejemplo es firme y cierto, como fundado en una *ley física* inmutable, que sólo un milagro, como el de Josué, puede alterar; en el segundo también intervienen

leyes físicas igualmente fijas, pero tan complejas y numerosas en todo el conjunto del caso a que se aplican, que ante la imposibilidad de plantear concretamente el problema, hay que resignarse a enunciar una *ley estadística* deducida de múltiples observaciones, válida para una larga serie de fenómenos, pero solamente probable tratándose de cada uno de ellos en particular; en el tercero nos encontramos con una *ley moral* cuyo cumplimiento depende de la libre voluntad humana y aunque ésta suele proceder con arreglo a costumbres y hábitos susceptibles también de ser estudiados estadísticamente, en el fondo siempre queda la incertidumbre de lo que hará cada uno según su libre albedrío.

Pero todo esto, que parece obvio y sencillo, ha sido objeto de enconadas controversias en que las diversas tendencias del campo de la Filosofía han intervenido activamente aduciendo en su apoyo con más o menos fidelidad los resultados de las ciencias experimentales; nos limitaremos a citar las dos doctrinas opuestas a que aludía Pío XII en 1943 en una alocución a la Academia Pontificia de las Ciencias: «(Antes) el monismo materialista exaltó la ley de la mecánica como diosa sobre el altar de la ciencia, y a su dominio absoluto vino a plegarse como súbdito y vasallo, no sólo el mundo de la materia, sino también el reino de la vida y el espíritu. (En cambio ahora) el reciente positivismo ha avanzado tan con exceso al lado del convencionalismo, que llega a poner en duda hasta el valor de la ley causal». Notemos ante todo que esta divinización de la materia, como única realidad (y de ahí el nombre de monismo) y única razón de ser de todas las cosas, no es sólo una frase exacta, sino que expresa con toda precisión el sentido en que el materialismo excluye al Creador, a la Providencia y al dualismo espíritu-materia fundado en sólidos principios racionales: a saber, sustituyendo a Dios por el universo material, que se basta a sí mismo para todo y pretendiendo explicar todos los enigmas del mundo por las leyes inflexibles de una evolución fatal y ciega.

Diametralmente opuesta a semejantes leyes absolutas, sin posible excepción, es la tendencia moderna a negar la existencia misma de la ley física, reduciendo sus enunciados a una mera conjetura probable, pero no cierta; en términos más técnicos, se pretende reducir todas las leyes físicas a la categoría de leyes estadísticas, con todas sus imperfecciones e inconvenientes. Por ejemplo, la caída de un ladrillo desde un quinto piso, donde están trabajando los albañiles, es un hecho indiscutible y regido por las leyes de la mecánica; pues bien, no ha faltado quien afirme que el caso inverso, de que el ladrillo suba desde el suelo hasta aquella altura por sus propios medios es también probable, aunque semejante probabilidad tenga en contra un número de probabilidades contrarias expresado por la unidad seguida de un billón o un trillón de ceros...

A estas consecuencias exageradas han llegado algunos físicos en virtud de este razonamiento: el macrocosmo o mundo de los cuerpos mayores, está formado por partículas mínimas, y como a éstas no son aplicables las leyes físicas, el caos estadístico que se observa en ellas debe de ser también la única norma que rige a oquellas. Claro está que todos

reconocen el hecho de que las grandes masas obedecen a leyes fijas, pero insisten en considerarlas como un resultado estadístico global, fruto del *azar*, esa noción filosófico-científica de que tanto se ha abusado en nuestros días. Ha dicho muy oportunamente Lecompte du Noüy que los científicos suelen tener muy en cuenta los errores de los instrumentos de medida en la observación de un fenómeno, pero frecuentemente se olvidan de los errores de razonamiento del entendimiento humano; el *azar* es propiamente fruto de la limitación humana y las que llamamos leyes de la naturaleza no son a veces *las leyes*, sino unas aproximaciones más o menos perfectas, aunque siempre objetivas, de las que realmente rigen: ejemplo conocido es la de gravitación universal de Newton, que enuncia la *atracción* de las masas, y a la que se ha añadido el término de signo contrario introducido por Einstein, con el que se expresa la *repulsión*, únicamente apreciable cuando las distancias son muy grandes.

El famoso principio de indeterminación de Heisenberg se funda en el hecho de que cuanto con mayor precisión se localiza una partícula, tanto menos preciso será el conocimiento de la intensidad de su impulso y viceversa; también es verdad que para estudiar un objeto hace falta verlo y por tanto iluminarlo, y cuando su tamaño es muchos millones de veces más pequeño que la longitud de onda del rayo de luz visible, semejante iluminación es teórica y prácticamente imposible; de aquí que sólo por métodos indirectos (difracción con rayos X o con neutrones, estelas en las cámaras de niebla o de burbuja, etc.) puedan observarse las partículas individuales. Ahora bien, el nervio de la cuestión está en la siguiente disyuntiva: o los últimos elementos del microcosmo carecen de ley (y entonces hay verdadera *indeterminación* objetiva) o son inaccesibles a nuestra observación y no podemos conocer esa ley (y entonces hay que llamarla por su nombre de *incertidumbre* subjetiva). Las opiniones están divididas: unos optan por la primera alternativa y otros se conforman con la segunda. Aquí hemos calificado de exageración este modo de ver las cosas y creemos que entre estos dos extremos existe un término medio más razonable y fundado no sólo en los principios de la sana filosofía, sino también en las conclusiones que legítimamente se deducen de la investigación científica; puede sintetizarse esta posición en las siguientes palabras de Pío XII en la alocución antes citada: «Un sistema del macrocosmo, tan bien trabado y organizado, contiene sin duda muchas leyes estadísticas; pero estas leyes están fundadas y como ancladas en leyes rígidamente dinámicas del microcosmo, aunque las leyes microcósmicas nos sean, en cada caso particular, totalmente desconocidas aún; poco a poco podrán caer estos velos: entonces aparecerá el carácter aparentemente no causal de los fenómenos microcósmicos y aparecerá un nuevo reino maravilloso del orden, del orden hasta en las partículas mínimas».

La estadística es un recurso, un sucedáneo al que se acude cuando la investigación directa es imposible: las propiedades físico-químicas de un material cualquiera se pueden determinar en el laboratorio con toda

la precisión deseada y como fruto de este estudio se enuncian los resultados por medio de una fórmula o gráfica; pero si el objeto de la observación es toda la masa atmosférica que cubre los 510 millones de kilómetros cuadrados de la superficie terrestre hasta varios centenares de kilómetros de altura, al menos en la región que probablemente influye en los climas y sus variaciones, aunque en cada partícula de aire se cumplan las leyes termodinámicas y en líneas generales se pueda determinar el proceso global (efecto del calor solar, de la rotación terrestre, de los océanos, de los hielos polares, etc.), la gigantesca complicación de factores excluye evidentemente una formulación pormenorizada y aplicable a cada rincón de la Tierra con exactitud matemática; hay que limitarse a observar lo mejor posible la resultante efectiva en un sitio particular y con esos datos trazar el cuadro del clima local, donde consta, de acuerdo con el estudio de las frecuencias, lo que allí es *normal*, es decir, lo que suele suceder, a juzgar por lo que ha sucedido durante gran número de años a que se extienden los datos.

Como se ve, hay aquí imposibilidad subjetiva de penetrar hasta las últimas raíces de la dinámica atmosférica; pero esas raíces existen. Si no existieran, si el comportamiento de las partes fuera realmente caótico, esas normas climatológicas, imperfectas, pero normas al fin, tampoco existirían; porque es absurdo que de un desorden parcial absoluto pueda resultar el orden general. La investigación científica tiene por objeto buscar y formular ese orden en todas las ramas de las ciencias de la naturaleza; y si lo busca es porque tiene esperanzas de hallarlo, como en efecto viene sucediendo a lo largo de la historia de todas las ciencias. Más aún: en la mayoría de los casos, no tan extremos como el que acabamos de poner como ejemplo, el resultado estadístico o global que se logra obtener, nos dice mucho sobre el comportamiento de cada partícula individual; como el curso seguido por un río en su cauce está perfectamente determinado sobre el mapa, aunque se ignore la trayectoria de cada molécula de agua, de igual modo es lógico deducir lo que hace un átomo en concreto por lo que hace la agregación de muchos de ellos. Negar aquello que no se alcanza a percibir o comprender ha sido siempre un salto ilógico reprobable en todos los terrenos del saber; quizás lo más oscuro y misterioso de la Física es la naturaleza de la luz, y, sin embargo, la luz existe... Hay además un manifiesto abuso de lenguaje al hablar de probabilidad y certeza en materia de leyes físicas; a propósito de casos semejantes al del ladrillo arriba mencionado, decía con razón Poincaré que lo improbable debe suceder, al menos rarísima vez; si no es así, no debe llamarse improbable, sino imposible, que es su verdadero nombre.

Presupuesta así la realidad de leyes físicas verdaderamente tales y expuesto el legítimo valor de las leyes estadísticas, vamos a reseñar algunas clases de pronósticos de lo futuro en campos científicos diversos, fundados en el estudio y observación de lo pasado como medio de de-

ducir las normas por que se rigen los fenómenos naturales. Claro está que donde más brillantemente exactos son estos resultados es en la astronomía de posición; pero fuera de las conocidas aplicaciones a la navegación marítima y aérea, no suelen ser de especial utilidad práctica. Otra cosa son las teorías más o menos probables acerca del porvenir que reserva a nuestro sistema planetario la evolución cósmica, en virtud de la cual la Tierra podría ser víctima de un paroxismo solar que nos reduciría a cenizas en pocos instantes o de un enfriamiento progresivo que haría inhabitable el planeta al irse extinguiendo el Sol, cuyo calor sostiene la vida orgánica; pero afortunadamente todas estas cosas sucederán, si suceden, dentro de varios miles de millones de años.

Más importante para la vida actual son los pronósticos a plazo corto (varias horas) o largo (varios días, semanas, meses...) de las alternativas climatológicas, así generales para todo un continente como particulares para una localidad determinada; va mucho en ello, así en cuanto a la seguridad personal, como en cuanto a intereses materiales, y por eso se gastan hoy en la solución de este importante problema muchos millones, que se dan por bien empleados, a manera de prima de seguro. Este ha sido uno de los principales objetivos del Año Geofísico Internacional, calificado con razón de «la aventura científica más extraordinaria en la historia de la humanidad»; con métodos y técnicas novísimas se ha explorado la tierra, el mar y el aire, este último hasta límites nunca antes sospechados, en busca de causas posibles de esas variaciones de temperatura, lluvias, vientos y demás elementos que constituyen los *cambios* de tiempo de que depende en tantos aspectos la vida humana.

Se ha dicho que la historia de la previsión técnica del tiempo, a partir de mediados del siglo pasado, es una serie de sucesivos entusiasmos y decepciones: a medida que se descubría un nuevo factor influyente, se creía poseer ya la clave del misterio; primero la marcha sobre Europa de las depresiones del Atlántico; luego el influjo del clima polar sobre latitudes más bajas; más tarde los frentes fríos y cálidos cuyas masas de aire prometían señalar mejor sobre el mapa la realidad futura que la clásica red de isobaras e isalobaras... Todo esto es útil, desde luego, pero ninguno de estos factores, ni siquiera el conjunto de todos ellos, basta para fundar un juicio definitivo; así, por ejemplo, uno de los frutos del Año Geofísico ha sido la demostración de que en las capas de la alta atmósfera, no ya de la mal llamada estratosfera (por haberla supuesto quieta e inactiva), sino de la misma ionosfera, a muchos centenares de kilómetros de altura, se ejercen acciones procedentes de la radiación solar que positivamente influyen en las alteraciones de la troposfera, inmediata a la superficie terrestre.

La previsión del tiempo es hoy resultado de una extensísima y orgánica colaboración de millares de estaciones esparcidas por los continentes y en los navíos, no sólo durante su ruta normal, sino especialmente en los que se encuentran estratégicamente distribuidos y como anclados en los océanos en calidad de estaciones flotantes; de cada uno de estos puestos de observación y a un ritmo prácticamente continuo confluyen

a los organismos centrales numerosísimos partes cifrados, que el telégrafo y la radio encauzan hacia los teletipos; el que esto escribe tuvo ocasión de visitar las oficinas de Weather Bureau de Washington y al acercarse a la sala destinada a la recepción tuvo la impresión de que allí tenía que haber un ejército de mecanógrafos, a juzgar por el ruido de las teclas; en realidad allí no había nadie más que un empleado que periódicamente sacaba los rollos escritos de cada teletipo: las manos que tecleaban se encontraban generalmente a muchos centenares o millares de kilómetros de allí. Además de las estaciones situadas en regiones polares, en islas perdidas mar adentro y entre las nieves de altas montañas, no faltan las anónimas o impersonales, que consisten en aparatos automáticos con baterías para varios meses de funcionamiento, colocadas en sitios especialmente inaccesibles, desde donde emiten sus observaciones al modo de las radiosondas; estas últimas se han perfeccionado notablemente, no sólo en cuanto a su mecanismo transmisor (minitrack), sino sobre todo en cuanto a su alcance, pues las llevan consigo hasta enormes alturas los novísimos globos-cohetes y también los satélites artificiales.

El problema de la interpretación e integración de tantos millares de elementos de juicio con que trazar el mapa sinóptico y deducir de lo que en él se consigna el proceso futuro, es teóricamente de una extremada complicación; de hecho se realiza mediante reglas prácticas empíricas que la experiencia ha enseñado ser aplicables y cuya validez es tanto mayor cuanto más tupida es la red de estaciones observadoras y más corto el plazo de la predicción. Se suelen hacer una serie de mapas correspondientes a la misma región de la superficie terrestre, cada uno a nivel diferente, hasta las capas geodinámicas superiores, y su conjunto forma el cuadro de la situación total atmosférica en un momento dado; es claro que en tiempos siguientes las masas de aire frío o caliente, las depresiones y demás elementos que se desplazan con velocidad conocida, habrán cambiado de posición y habrán evolucionado según sus leyes, dando lugar a situaciones diferentes y provocando fenómenos de una u otra clase (lluvias, tormentas, etc.). Atendida la urgente necesidad de conocer todo esto, por ejemplo para la seguridad del tráfico aéreo, a lo largo de grandes distancias y con prontitud proporcionada a las velocidades cada vez mayores de los aparatos modernos, los métodos clásicos de estudio sobre los mapas exigen a su vez una velocidad de trabajo apenas concebible si no se contara para un futuro próximo con el auxilio del automatismo electrónico que se espera podrá hacer toda esa labor en pocos minutos; subrayamos la totalidad del procedimiento porque incluimos en él todas y cada una de las fases enumeradas. Aún no se ha llegado tan lejos en la técnica de la predicción, pero sin duda nos vamos acercando a la meta.

En los Estados Unidos, de una extensión territorial equivalente a quince veces y media la de España, y dotados de un servicio meteorológico de primera clase, a cargo de meteorólogos competentes, los resultados obtenidos son alentadores: la situación geográfica es además

muy favorable, pues se reciben datos de superficie y de altura procedentes de una vasta red de observatorios nacionales, de las del Canadá con informes de vital interés acerca del movimiento de masas árticas, y del Pacífico por donde vienen y se anuncian anticipadamente las perturbaciones que normalmente se desplazan de Oeste a Este; aun empleando los métodos tradicionales, sus pronósticos son acertados en un elevado tanto por ciento, y de ordinario se extienden a 24 y 36 horas: los diarios suelen publicar el último de los tres mapas sinópticos, con instrucciones claras para su uso, y las emisoras de radio dan al principio de cada hora sus avisos concretos deducidos por personal especializado; en circunstancias excepcionales (ciclones, peligro de inundaciones, etc.) se intensifica este servicio y las compañías telefónicas añaden personal suplementario para atender a numerosas consultas particulares, dirigidas a las oficinas (más de medio millar en todo el país) distribuidas por su territorio: en un solo día hubo que atender en Chicago a 250.000 de estas consultas. La agricultura es indudablemente la que más beneficios inmediatos reporta de los servicios del Weather Bureau, no solamente por los avisos oportunos de fenómenos atmosféricos inminentes (heladas tardías, tormentas de verano en época de recolección...), sino también por las útiles instrucciones que se divulgan en boletines de enorme tirada en orden a incrementar en cantidad y calidad las cosechas en climas diferentes.

El pronóstico a largo plazo, capaz de anunciar *con seguridad* los caracteres climatológicos del año agrícola antes de su comienzo, no tiene hoy otro fundamento que la periodicidad de factores más o menos bien conocidos por medio de la estadística, y en el estado actual de la ciencia meteorológica todavía estamos muy lejos de él; ni las «cabañuelas» ni otros procedimientos igualmente ilusorios pueden dar aquellos resultados concretos y prácticos que Cervantes en el Quijote pone en labios de Grisóstomo, estudiante primero y luego pastor, que de Salamanca volvió a su lugar con opinión de muy sabio y muy leído, del que decían que sabía la ciencia de las estrellas y ponderaban sus aciertos en pronosticar la cantidad y calidad que en años futuros se cogería en cada cosecha, «y con esto que decía se hicieron su padre y sus amigos, que le daban crédito, muy ricos, porque hacían lo que él les aconsejaba, diciéndoles: sembrad este año cebada, no trigo; en ese otro podéis sembrar garbanzos, no cebada...» La astrología, en sus diversos aspectos, desde el pronóstico de la cosecha de cebada hasta la previsión de la muerte que espera al niño en la vida según el horóscopo fundado en la posición de los astros al tiempo de su nacimiento, procede desde tiempos tan antiguos como la misma humanidad, del deseo natural de conocer los misterios del futuro, y en concreto su origen se halla en la relación establecida por el paganismo entre sus deidades mitológicas y esos astros, a quienes se dieron nombres de dioses; el cristianismo medieval, contra toda lógica admitió no pocas consecuencias prácticas a pesar de que negase los principios, y a ello contribuyó, como es sabido, la confusión disculpable entre el cielo meteorológico,

donde están las nubes, el aire y el influjo solar, y el cielo astronómico cuyos cuerpos celestes no tienen otro oficio que el de meros espectadores de lo que ocurre en la Tierra. La Filosofía cristiana tardó bastantes siglos en aprender esta importante distinción cuando el progreso de las ciencias experimentales puso las cosas en claro; pero los antiguos pronósticos de toda especie, apoyados en la posición del sol y de la luna sobre los signos del zodiaco han perseverado hasta nuestros días, en que leemos en los calendarios qué tiempo va a hacer durante todo el año, semana por semana, bajo el título de «luna nueva en Escorpio; vientos fríos y lluvias»...

Concretándonos al aspecto meteorológico de esta pseudoastronomía, se entenderá bien su última razón de ser por lo que sucedió el siglo pasado en Alemania, donde se publicaba el almanaque Lambert, especie de Zaragozano, con el que coincidía en muchas de sus características; reunidos sus redactores, convinieron en suprimir, por decoro científico, las indicaciones arbitrarias, relativas al pronóstico del tiempo y sustituirlas por notas útiles de vulgarización de la verdadera ciencia; así se hizo y al punto llovieron las quejas de los librereros, que vieron peligrosamente disminuídas las ventas a raíz de la innovación: no hubo más remedio que volver al sistema antiguo...

ANTONIO DUE ROJO, S. I.
Director del Observatorio de
Cartuja (Granada)