

LA REVERSIBILIDAD DEL TIEMPO

Jorge Cracco

El tiempo, indetenible desde siempre; fluyendo cual río subterráneo, subrepticamente, bañándolo todo de eternidad. Tanto se ha escrito cuanto poco sabemos de tan escurridizo personaje. Probablemente la más ilustrativa de todas las metáforas del tiempo sea la que le compara con un río que fluye uniformemente. Fue Heráclito, el filósofo griego, quien dijo una vez que no podemos bañarnos dos veces en el mismo río, porque siempre fluyen nuevas aguas a nuestro alrededor. Ni siquiera una vez, completó su discípulo Crátilo, porque cuando nos adentramos en él, tanto nosotros como las aguas que nos humedecen, se van convirtiendo en algo diferente. Ahora ¿podría este río impasible, bajo quién sabe qué contingencia fantástica cambiar diametralmente la dirección del movimiento de sus aguas? O, análogamente, ¿podría el río temporal invertir la dirección de su curso?

En otras palabras ¿es reversible el tiempo? La respuesta a la primera pregunta —en sentido puramente virtual— es afirmativa. Ninguna ley física se habrá violado de conseguir dicha inversión hidrográfica, como no se violaría ninguna ley de conservación energética o másica de invertir el curso de todos los ríos y mares terrestres.

La respuesta a la segunda pregunta, en cambio, no es tan inmediata como la anterior, pues cualquier juicio respecto al tema de la reversibilidad del tiempo debe ser tamizado cuidadosamente a través de los diferentes fundamentos físicos y no físicos involucrados en cualquier evento que queramos utilizar para llegar a aserción alguna.

Por ejemplo, consideremos lo que ocurre cuando un niño arroja una piedra hacia una ventana. Mediante un rápido movimiento de su brazo la provee de una cierta energía que la impulsa a través del aire. Tras describir un raudo movimiento parabólico, en el cual disipa parte de esa energía venciendo la resistencia del aire y la fuerza gravitatoria, se estrella contra el cristal, haciéndolo añicos, para de seguidas caer sobre el piso, deslizar sobre éste y detenerse. Supongamos que inmediatamente después del acontecimiento se invierten las directrices de movimiento de todos los elementos interactuantes.

El efecto de reposo en la piedra inducirá la convergencia puntual a ella de las moléculas portadoras de calor y rozamiento desprendidas en los instantes postreros del evento original. Esto da lugar a una pequeña explosión que impulsa la piedra hacia el camino de retorno.

Las restantes moléculas portadoras de calor y rozamiento le irán saliendo al encuentro, acelerando su movimiento regresivo. En el punto de caída en el piso, convergerán igualmente las moléculas portadoras del sonido del impacto (en este hipotético evento no se producirá sonido alguno), que unidas con las de calor y rozamiento, provocarán una nueva explosión que elevará la piedra en dirección a la ventana. Simultáneamente, la acción de reposo en los trozos de vidrios inducirá, individualmente, la adherencia de sus respectivas moléculas portadoras de calor, sonido y rozamiento, que con sus correspondientes explosiones les hará elevarse mágicamente para encajar, cual perfecto rompecabezas, en el recuadro de la ventana. En ese preciso instante la piedra, en su vuelo inverso, coincidirá espacialmente con una especie de catapulta, éste le transmitirá el exceso energético de sus partes componentes; ya una parte de este exceso energético habrá servido para "soldar" subatómicamente dichas partes componentes, dándole al cristal su transparencia original.

Las anteriores contribuciones energéticas habrán dotado a la piedra de la misma cantidad de energía preimpacto, retornando por la misma trayectoria parabólica a las manos del niño, con el impulso exactamente necesario para hacer girar su brazo a la posición original.

Evidentemente, en el evento anteriormente descrito, no se viola ningún fundamento físico. Las cantidades de energía y masa involucradas en el acontecimiento son exactamente las mismas. Pero miremos más sutilmente el hecho: ¿Es concebible una convergencia de billones de moléculas, viniendo desde infinitas direcciones y con una puntería infinitesimal en un solo punto de la piedra para originar el proceso inverso? ¿Es estadísticamente posible? Por supuesto que no; probabilísticamente es inaceptable una coincidencia de condiciones, tiempos y espacios de esta naturaleza y por tanto, dado que en este evento se han violado las leyes estadísticas más elementales, hemos de concluir que, al menos en este tipo de sucesos, donde la cantidad de elementos interactuantes es astronómica, es inconcebible hablar de reversibilidades temporales. La conclusión anterior resume la posición de los físicos clásicos en relación al tema.

Otros fenómenos, ininteligibles en un sentido temporal inverso, insinúan una cierta característica unidireccional del curso del tiempo.

Por ejemplo, las estrellas sólo irradian luz, esto es, se comportan como emisores y no receptores de energía; estas radiaciones se propagan a su vez infinita y multidireccionalmente a través del universo. El proceso inverso, es decir, el viaje desde todas las direcciones y viniendo desde el infinito de las ondas luminosas para coincidir en una estrella, es realmente inimaginable. Tendríamos que suponer ciertas condiciones límites o de "orilla" que en los bordes del Universo hicieran retroceder las radiaciones luminosas. Algo parecido ocurre con las oleadas circulares formadas al arrojar una piedra sobre río o con el surgimiento de partículas de un núcleo radiactivo en desintegración, o con la dirección únicamente creciente de la entropía.

Sin embargo, todos estos acontecimientos aludidos no proporcionaban a la física clásica y aun contemporánea bases sólidas para inferir una dirección preferencial en la flecha del tiempo, porque, después de todo, los acontecimientos de un mundo marchando hacia atrás podrían estar regidos por una especie de probabilidad anticausal acorde con éste, así como también las condiciones de "orilla" requeridas podrían darse, aunque parezca paradójico, de ser necesarias.

En las dos últimas décadas se han ido configurando en el seno de la física cuántica o contemporánea nuevas ideas o evidencias experimentales acerca de la presunta cualidad unidireccional de "la flecha del tiempo", en contraste con la argumentación puramente teórica de la física clásica y la de la primera mitad del presente siglo.

En 1964, un grupo de científicos de la Universidad de Princeton descubrió que ciertas interacciones débiles de partículas, al parecer, no son reversibles. En realidad la prueba es a la vez indirecta y polémica, porque su conclusión descansa en la aceptación de ciertas premisas no muy generalizadas.

La más importante de estas premisas es el llamado teorema CPT. C representa la carga eléctrica (positiva o negativa), P la paridad (imágenes de espejo reflejado, a la izquierda o derecha) y T el tiempo (hacia adelante o hacia atrás).

Hasta los años 50 los físicos aseguraban que estas tres simetrías se cumplían en la naturaleza. Si se invierten las posiciones de las cargas eléctricas que conforman una roca, es decir que el protón pase a ser el electrón y viceversa, tendremos una anti-roca, hecha de antimateria. Respecto a esto último, no tenemos argumento alguno para objetar la existencia de planetas o galaxias de anti-materia, con un PT igual al nuestro. Por cierto, galaxias de este tipo serían inaccesibles a nosotros, ya que cualquier cuerpo material que entrase en

contacto con éstas, explotaría al instante (la materia con la antimateria se anula). En cuanto a la paridad, también se la creía respaldada por la naturaleza (en galaxias de paridad opuestas a la nuestra, la derecha se tornaría en izquierda y viceversa).

Anteriormente al hallazgo de Princeton se había descubierto que ciertos fenómenos de interacciones débiles violaban la simetría de paridad. Ante descubrimiento tan perturbador, los físicos ripostaron rápidamente: se evidenció que en una clase de espejo especial CP la simetría de paridad se restauraba. Podrían existir entonces galaxias de CP invertido. Apenas terminaban de ponerse de acuerdo los pro-hombres de la física de nuestros días, cuando se sucede el descubrimiento de Princeton; en éste se evidencia que en ciertas interacciones subatómicas la simetría CP salvadora es también violada. Aquí entra en juego indirectamente el tiempo, pues sólo mediante éste se puede llegar a una nueva configuración simétrica. En otras palabras, aceptando únicamente divergencias compensadoras en la reversibilidad del tiempo se puede restablecer la simetría CPT, fundamentada por cierto en dos axiomas de la teoría de la relatividad.

Resumiendo, aunque la evidencia es en sí polémica y contestable, muchos científicos destacados están convencidos de que numerosas interacciones débiles entre partículas sólo se orientan en una dirección temporal.

Paralelamente se han desarrollado nuevas teorías respecto de la flecha del tiempo. Digna de mención es la postulada por Feynman en 1948, esta teoría sólo admite una partícula fundamental: el electrón, el protón que observamos es sólo un electrón moviéndose momentáneamente hacia atrás en el tiempo. Un físico inglés, F. Stannard, afirma, por otra parte, que no es posible interacción alguna entre partículas con líneas de tiempo diferentes; o sea, que de existir galaxias moviéndose temporalmente hacia atrás, cualquier intento de comunicación con éstas sería infructuoso. Veamos. Una galaxia de este tipo no irradiaría luz, las ondas luminosas estarían llegando a ella y por ende sería invisible a la nuestra.

Más aun, los tiempos psicológicos —o recuerdos— de sus pobladores marcharían al revés.

Si se estableciese alguna forma de comunicación con dichas galaxias el mensaje recibido sería olvidado al instante, pues inmediatamente pasaría a formar parte de sus futuros, no de sus pasados. Conviene hacer notar finalmente que en estas galaxias imaginarias, aunque sus moradores crecerían hacia la juventud y la entropía in-

vertida llevaría sus mundos hacia un estado de orden, sus tiempos cerebrales también fluirían en ese sentido, por lo que estarían convencidos —como nosotros— de que envejecen con el tiempo y de que su entropía va en aumento. Como la certeza absoluta de dos conductores que se desplazan en sentidos contrarios por una carretera de que el canal por el que se conducen es la derecha verdadera y la del vehículo que se acerca en dirección opuesta la izquierda.

En fin, después de todo lo escrito, sólo hemos conseguido aumentar nuestras dudas, y el tiempo, impávido, sigue su curso. Esperemos.