

## Un postulado necesario para la medida de duraciones

Juan Tomé

Amonaria cosmológica / Libros / Los relojes no miden el tiempo: textos complementarios

[www.cosmologica.amonaria.com](http://www.cosmologica.amonaria.com)



Este texto se concibió como complemento del libro “Los relojes no miden el tiempo”. Aunque puede leerse como separata, gana sentido en relación con él.

Las medidas de duración, como todas, suponen una comparación de una propiedad de un sistema con la correspondiente de un sistema patrón. A diferencia de otras, las medidas de duración no suponen la comparación de propiedades que se suponen mantenidas (ninguna lo es en realidad), sino de una propiedad de la evolución del sistema, de los procesos que en él transcurren. Puesto que todo proceso es irrepetible en sentido estricto, cabe preguntarse si esa comparación es posible. En particular, cabe preguntarse si es posible comparar entre sí las repeticiones del proceso patrón, que nunca se realizan a la vez, sino siempre en sucesión. Como la comparación directa es, por eso, imposible, se necesita postular la igualdad de duraciones de procesos similares repetidos.

Henri Poincaré, matemático, analizó los fundamentos de la física desde el punto de vista del pensamiento general, el espacio y el tiempo en particular. El texto que sigue es un fragmento de “El valor de la ciencia”, de 1905, anterior a que se conociera el artículo de Einstein que contiene los fundamentos de la Teoría de la Relatividad Especial, que es del mismo año. El fragmento trata sobre la posibilidad de comparación de duraciones.

“¿Qué principio admitimos implícitamente al utilizar el péndulo para la medición del tiempo? El principio de que *la duración de dos fenómenos idénticos es la misma*. Dicho de otro modo, que las mismas causas producen los mismos efectos en el mismo tiempo. Esta puede ser por lo pronto una magnífica definición de la igualdad entre dos duraciones. [...]

Pero eso no es todo. En la realidad física una causa no produce un efecto, sino que multitud de causas concurren sin que pueda discernirse completamente el papel de cada una de ellas.

Los físicos abordan este problema, pero solo de manera aproximada, y por grande que sea el progreso de la ciencia será relativo; la aproximación deberá persistir. Es aproximadamente exacto que el movimiento del péndulo se deba únicamente a la atracción de la Tierra; hablando en rigor, hasta el más alejado de los cuerpos celestes actúa sobre el péndulo del más humilde reloj.

Por esto se dice que una causa, que en cierta ocasión produjera un efecto, solo podría repetirlo de manera aproximada. Nuestro principio debe modificarse entonces para poner, en lugar de: “Las mismas causas producen los mismos efectos

en el mismo tiempo”, lo siguiente: “Causas *aproximadamente* idénticas producirán efectos *aproximadamente* idénticos en un tiempo *aproximadamente* igual.” Esta definición, *aproximada* también, es la única que puede subsistir.” (Poincaré, “El espacio y el tiempo”, pp 62-64)

El siguiente texto es de “Esquema físico del mundo”, de Julio Palacios, de 1947, de una época en que relatividad y cuántica estaban ya bien asentadas, pero en la que todavía los físicos sentían la necesidad de reflexionar sobre los significados de los elementos básicos de sus descripciones de fenómenos. “Las cosas han cambiado radicalmente en lo que va de siglo. Descubrimientos que no encajan en el esquema clásico, han obligado a volver atrás, al terreno de los principios, a la frontera con la filosofía”, dice Palacios en el prólogo del “Esquema físico del mundo”. El fragmento siguiente enuncia el postulado que considera necesario para hacer “medidas del tiempo”. Este fragmento sigue inmediatamente a otro en el que Palacios, después de proponer la distinción necesaria entre «tiempo» y «duración», advierte que para atenerse “al léxico consagrado” usará «tiempo» “con el significado de duración”.

“Es frecuente supeditar la medida del tiempo a la astronomía [...], basándola en el movimiento relativo de los astros. [...] para encontrar una medida del tiempo, no hay otro medio que hallar fenómenos que se repitan del mismo modo: los fenómenos periódicos. A nuestro modo de ver, para hacer posible la medida del tiempo basta el siguiente postulado: dos fenómenos que se realizan de modo que todas las circunstancias esenciales que en ellos intervienen sean idénticas, han de tener igual duración. Dejando caer piedras iguales desde una torre, resultarán duraciones de caída iguales, si todas las circunstancias (atmosféricas, por ejemplo) son idénticas, a pesar de no tratarse de un fenómeno periódico.

Con el precedente postulado basta para establecer los criterios de igualdad y suma, y se logra la definición cuantitativa de tiempo.” (Palacios, Esquema físico del mundo, p 22-23)

Hans Reichenbach, filósofo, dedicó al problema del tiempo una parte importante de sus obras. Los trabajos de Reichenbach se apoyan en un conocimiento profundo de la Teoría de la Relatividad, y por eso afirma explícitamente que

“no existe otro camino para resolver el problema del tiempo que el de la física [aunque] tal vez sería más exacto decir que la solución debe leerse entre líneas de los escritos de los físicos, [porque] el análisis filosófico se interesa por las afirmaciones *acerca* de las ecuaciones, más que por el contenido de las ecuaciones mismas”. (Reichenbach, El sentido del tiempo, p 33).

El siguiente fragmento es de “Átomo y cosmos”, una obra de 1930, y en él explica que establecer la igualdad de dos “lapsos de tiempo” tiene que basarse en una “estipulación previa” necesaria.

“Aquí tropezamos con una cuestión de naturaleza completamente análoga a la que se nos presentó [...] al tratar de la medida del espacio. El problema propuesto

[decidir la igualdad o desigualdad de los días solares, que se presentan en sucesión, nunca dos a la vez] presenta, en efecto una semejanza extraordinaria con el problema de la igualdad de segmentos en diferentes lugares. Y así como allí dimos la respuesta de que tal problema no se debía plantear porque no tenía sentido, sino que, por el contrario, la medida del espacio no era una cuestión de conocimiento, sino de estipulación, así también podremos dar la misma respuesta para el tiempo: que los métodos de conocimiento no pueden decidir si dos lapsos sucesivos de tiempo son iguales, sino que ello se basa, en último término, en una estipulación. [...] Toda medida del tiempo es una comparación; pero no una comparación con un esquema determinado en sí mismo y que no podemos aprehender, sino una comparación de lapsos de tiempo reales. En esta solución del problema de la medida se inicia la idea de relatividad. [...] lo único que objetivamente se puede establecer es la relación entre lapsos de tiempo. [...]

En este conocimiento tropezamos con un método extraordinariamente característico de la física moderna. Las afirmaciones sobre la realidad solo tienen sentido si se pueden expresar en afirmaciones sobre cosas reales; la referencia del acontecer universal a esencias ideales de carácter misterioso, como el tiempo y el espacio absoluto, debe abandonarse fundamentalmente.” (Reichenbach, *Átomo y cosmos*, pp 41-43)

Poincaré escribe que cuando se hacen medidas de tiempo se admite implícitamente el principio de que *“la duración de dos fenómenos idénticos es la misma.”* Palacios que para hacer posible la medida del tiempo basta el postulado de que *“dos fenómenos que se realizan de modo que todas las circunstancias esenciales que en ellos intervienen sean idénticas, han de tener igual duración.”* Reichenbach que *“decidir si dos lapsos sucesivos de tiempo son iguales, [...] se basa, en último término, en una estipulación.”* De forma que todos coinciden en que, para hacer medidas de tiempo es necesario aceptar un principio, un postulado o una estipulación previa.

El uso de patrones para las medidas de duración supone aceptar la posibilidad de que un proceso, el proceso patrón, pueda reproducirse. Pero se debe reconocer que es imposible controlar todas las causas que produzcan cambios en un proceso, de forma que, tal como señala Poincaré, nunca se producirá la identidad absoluta de todos los factores que intervienen en un fenómeno, y las sucesivas reproducciones del proceso patrón no tendrán la garantía absoluta de tener la misma duración. Y más todavía: no se pueden comparar directamente unas reproducciones con otras, porque se realizan en sucesión, de manera que no se podría garantizar la igualdad de las duraciones aunque las reproducciones fueran perfectas. Esto es lo que señala Reichenbach. Su cita forma parte de un análisis que comienza mostrando que la comparación directa de las longitudes de dos objetos situados en lugares distantes necesita estipular (sin demostración posible) la invariancia de las longitudes cuando se hacen los transportes necesarios para situar los objetos uno junto al otro y compararlos. Luego muestra el problema es análogo cuando se trata la posible comparación de “lapsos sucesivos de tiempo”. El equivalente al transporte de los objetos es la repetición de los procesos. El transporte es una traslación espacial. La reproducción de procesos patrón es una traslación temporal. Las medidas de duración,

como las de longitudes, necesitan que se estipule (también sin demostración posible) la invariancia de las sucesivas reproducciones (aún supuestas perfectas) de los patrones de duración.

Por otra parte, admitir esas estipulaciones previas (principios o postulados) no es incómodo, porque está en el núcleo de los métodos de la ciencia. La repetición de experimentos para contrastar sus resultados descansa sobre esas estipulaciones, porque se da por supuesto que un fenómeno que se estudia aquí puede ser estudiado allí (no el mismo fenómeno, evidentemente, sino una copia de él) con los mismos resultados; y que un fenómeno que se estudia hoy puede ser estudiado mañana (no el mismo fenómeno, sino una copia de él) con los mismos resultados. Y mirándolo del revés, podría argumentarse que los resultados prácticos de la investigación científica, considerados en conjunto, avalarían a posteriori la pertinencia de aquellas estipulaciones. Se admite entonces que los fenómenos físicos son independientes del lugar y del momento, o lo que es lo mismo, que son invariantes por traslación espacial y por traslación temporal.

Si se realiza una operación sobre algo y lo que resulta es equivalente a lo que había, se dice que ese algo es simétrico respecto de esa operación. Por ejemplo, de la mayoría de los animales se dice que tienen simetría bilateral, esto es, que la parte derecha y la izquierda serían intercambiables. Pues bien, esa es la simetría respecto de la reflexión en un espejo que pasara justo por el centro del animal desde la cabeza al extremo caudal. Se dice que los animales (la mayoría) son simétricos respecto de la reflexión en un plano. Sin embargo, la estrella de mar es uno de los animales que no tienen simetría bilateral. La estrella de mar tienen cinco brazos igualmente espaciados que forman entre sí ángulos de  $72^\circ$ . Pues bien, si se rota una estrella  $72^\circ$  respecto del eje que la atraviesa perpendicularmente por su centro, cada brazo ocupará la posición que ocupaba otro, y si alguien no vio la operación, no sabría si se había rotado la estrella o no. Por eso se dice que las estrellas de mar son de simetría radial, o más precisamente, que tienen simetría de rotación respecto a un eje perpendicular por su centro.

La invariancia de algo cuando se somete a una operación se llama simetría. Entonces, decir que los fenómenos físicos son invariantes frente a la traslación espacial y a la temporal es equivalente a decir que los fenómenos físicos admiten las simetrías por traslación espacial y por traslación temporal. Ambas se consideran simetrías fundamentales de la realidad física. Es interesante recordar aquí que el Teorema de Noether relaciona esas (y otras) simetrías fundamentales con Teoremas de Conservación que son piedras angulares de la física. El Teorema de Noether liga la simetría de traslación espacial con Principio de conservación del momento lineal, y la simetría de traslación temporal con el Principio de conservación de la energía, dos de los pilares teóricos más importantes de la física. El grado de cumplimiento de estos teoremas se puede tomar entonces como prueba indirecta de la pertinencia del postulado de invariancia de los fenómenos físicos respecto a traslaciones espaciales y temporales.

Volviendo a poner el foco en las medidas de duraciones, y reuniendo elementos de las citas de Poincaré, Reichenbach y Palacios, el postulado que las medidas de duración necesitan se puede formular así: “Dos procesos que se realizan de modo que todas las circunstancias esenciales que en ellos intervienen sean lo más similares posible, han de tener una duración prácticamente igual, independientemente de donde y cuando se

produzcan.” Lo que el postulado permite suponer es que si se pudieran hacer empezar a la vez dos procesos iguales que se repiten en sucesión, terminarían a la vez. Dado que todo proceso cumplido es irrepetible en sentido estricto, el carácter de postulado que tiene esa proposición es indiscutible.

## **Bibliografía**

Palacios, J., 1947, Esquema físico del mundo, Eds Alcor, Madrid

Poincaré, H., El espacio y el tiempo, Balsal Eds, Morelia-Mich. 1978

Reichenbach, H., 1930, Átomo y cosmos, Ed Revista de Occidente, Madrid, 1931

Reichenbach, H., 1956, El sentido del tiempo, Ed Universidad Autónoma de México, México, 1959