

Hechos e interpretaciones

Juan Tomé

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

www.cosmologica.amonaria.com



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

Los tiempos relativos, como el absoluto, pasan, fluyen. En eso no se diferencian de él. Es la “velocidad de paso”, o “el ritmo de los procesos”, lo que distingue unos tiempos relativos de otros. Los tiempos relativos transcurren unos más deprisa y otros más despacio, y los relojes, acordes con los tiempos relativos, marchan más deprisa o más despacio. Por eso se desincronizan. Muchos textos, de distintos tipos usan ese lenguaje para el tiempo relativo. Es interesante analizarlos para distinguir los hechos de sus interpretaciones, para mostrar que del hecho de que dos relojes se desincronicen no se sigue necesariamente que haya varios tiempos y que unos vayan más deprisa que otros.

El siguiente texto es de un ensayo filosófico sobre el tiempo:

“De acuerdo con la teoría de la relatividad especial, cada cuerpo tiene su tiempo propio en comparación con un cuerpo que se mueve relativamente a él. Esto no tiene nada que ver con que cada uno vive de distintos modos el transcurrir del tiempo, unas veces como si pasara volando y otras veces como si se extendiera; eso pertenece a la subjetividad emocional de vivencias del tiempo, que ningún reloj mide. [...] Este transcurso más lento del tiempo [...] ha sido comprobado en un famoso experimento: un avión que volaba alrededor de la Tierra transportó un reloj atómico. A su regreso, este reloj atómico viajero marcaba 59.000 millonésimas de segundos menos que el reloj atómico que había quedado en el punto de partida.” (Safranski, Tiempo, 163-165)

El experimento famoso al que el texto se refiere es el de Hafele y Keating, uno de los que se describen en el capítulo 2 del libro “Los relojes no miden el tiempo” como hechos que deben ser explicados. El hecho cierto, indiscutible, es que, tal como describe Safranski, “a su regreso, este reloj atómico viajero marcaba 59.000 millonésimas de segundos menos que el reloj atómico que había quedado en el punto de partida.” Pero decir que así se comprueba el “transcurso más lento del tiempo” en el avión es una interpretación. Hechos e interpretaciones se mezclan en el mismo párrafo sin avisar. El reloj del avión marca menos al volver, eso es indiscutible; pero de eso no se deduce, necesariamente, que el tiempo transcurriera más lentamente en el avión que en tierra. De hecho, en “Los relojes no miden el tiempo” se propone una interpretación alternativa: el reloj del avión marcó menos que el de tierra porque midió algo que era menor que lo que midió el de tierra. En el libro se muestra que no es necesario ligar desincronización de relojes con tiempos que

transcurre a distintas velocidades; antes bien, se explica la desincronización mostrando que lo que miden los relojes no es nada parecido al “paso del tiempo relativo”.

El siguiente es de “El orden del tiempo”, de Rovelli, una obra de divulgación científica sobre el tiempo físico. Es el comienzo de la parte primera del libro, y tiene la rotundidad precisa para golpear al lector con hechos sorprendentes, para ponerle en situación expectante y para hacerle necesitar explicaciones. El texto es pertinente aquí porque se refiere a la desincronización de relojes situados a distintas alturas sobre la superficie terrestre, el caso de desincronización que afecta a los relojes TAI y GPS que se explica en “Los relojes no miden el tiempo”.

“Empiezo con un sencillo hecho: el tiempo transcurre más deprisa en la montaña y más despacio en el llano.

La diferencia es pequeña, pero se puede medir con relojes de precisión que hoy se venden en Internet por un millar de euros. Con algo de práctica, cualquiera puede constatar la ralentización del tiempo. Con relojes de laboratorio especializados, dicha ralentización se observa incluso en un desnivel de unos pocos centímetros: el reloj que está en el suelo va un pelín más lento que el que está en la mesa.

No solo los relojes se ralentizan: abajo todos los procesos son más lentos. Dos amigos se separan: uno se va a vivir a la llanura; el otro a la montaña. Al cabo de unos años se encuentran: el de la llanura ha vivido menos, ha envejecido menos, el péndulo de su reloj de cuco ha oscilado menos veces, ha dispuesto de menos tiempo para hacer cosas, sus plantas han crecido menos, sus pensamientos han tenido menos tiempo para desarrollarse ... Abajo hay menos tiempo que arriba.

¿Sorprendente? Puede que sí. Pero así está hecho el mundo. El tiempo pasa más despacio en algunos lugares y más deprisa en otros.” (Rovelli, El orden del tiempo, p 15)

Es cierto que si dos amigos se separan y uno se va a vivir a la llanura y el otro a la montaña, al cabo de unos años el de la llanura ha vivido menos, y Rovelli explica perfectamente el sentido de esa frase: el de la llanura ha envejecido menos, el péndulo de su reloj de cuco ha oscilado menos veces, ha hecho menos cosas, sus plantas han crecido menos, sus pensamientos se han desarrollado menos. Desde que se separan hasta que vuelven a encontrarse, en la llanura se han repetido menos ciclos que en la montaña: menos ciclos del reloj de cuco y menos ciclos vitales del amigo o de sus plantas. En eso consiste la desincronización, la de los relojes biológicos de los amigos y la sus relojes de cuco. Esos son los hechos. Ahora bien, cuando se dice que “el tiempo transcurre más deprisa en la montaña y más despacio en el llano”, o que “los relojes se ralentizan abajo”, o que “abajo todos los procesos son más lentos”, ya no se están narrando hechos sino que se están interpretando en términos de tiempo relativo.

Lo importante es distinguir entre hechos e interpretaciones. La interpretación en términos de tiempo relativo es la más común en trabajos de divulgación, y es útil porque centra los

análisis en la negación del tiempo absoluto, posiblemente el enunciado más radical, más transformador de nuestra comprensión de la realidad física que la Teoría de la Relatividad contiene. Es la más común, la preferida a nivel de divulgación, pero no es la única posible. Hay alternativas. El hecho desnudo es claro: cuando dos relojes (dos relojes atómicos o de cuco, o dos amigos, o dos plantas) se separan cuando marcan lo mismo, y uno se lleva a la montaña y otro a la llanura, cuando se vuelvan a juntar no marcarán lo mismo. Y ese hecho se puede explicar sin referencia alguna al transcurrir del tiempo relativo ni a su velocidad de paso, y suponiendo además que el ritmo de los relojes (atómicos o de cuco) y de todos los procesos (mecánicos o biológicos) fue siempre el mismo, tanto en la montaña como en la llanura.

Esa alternativa es la que se explora en el libro “Los relojes no miden el tiempo”, y cabe preguntarse por qué. Hay tres razones: una, que el tiempo relativo se parece demasiado a un tiempo absoluto local, lo que permite a los no especialistas que leen obras de divulgación seguir navegando por los fenómenos relativistas sin abandonar lo esencial de sus creencias personales acerca del tiempo; dos, que la interpretación de las desincronizaciones de relojes en términos de tiempo relativo deja fuera del análisis la naturaleza y el papel de los relojes, que debe ser esencial porque los hechos les atañen directamente; tres, que, como se puede ver en los capítulos 5 y 6 del libro, lo que miden los relojes, la duración de procesos, coincide con un invariante fundamental de la geometría del espaciotiempo, el intervalo.

Para el formalismo teórico de la relatividad, para investigaciones experimentales de fenómenos relativistas y para el desarrollo de aplicaciones tecnológicas, lo importante, más que la discusión de la idea de reloj, es determinar con precisión el papel que juegan las marcas de los relojes, la variable t , en las ecuaciones matemáticas. En el artículo de 1905 que esbozaba la TRE, Einstein escribe:

“Cuando queremos describir el *movimiento* de un punto material, especificamos los valores de sus coordenadas en función del tiempo. Ahora bien: debemos tener muy presente que una descripción matemática de esta especie no tiene significado físico alguno, a menos que tengamos las ideas muy claras acerca de lo que entendemos por «tiempo». Hay que tener en cuenta que todos aquellos juicios en los que interviene el tiempo son siempre juicios referentes a *sucesos simultáneos*. Por ejemplo, si yo digo: «Ese tren llega a las siete», lo que intento decir es algo así como: «La posición de la manecilla pequeña de mi reloj en las siete y la llegada del tren son sucesos simultáneos.»” (“Sobre la electrodinámica de cuerpos en movimiento”, en la colección de textos “La teoría de la relatividad”, p 63).

Y en “La relatividad”, p 39-40, después de analizar con detalle cómo decidir si dos acontecimientos son simultáneos o no en un sistema de referencia dado, Einstein escribe:

“De esta manera se llega también a establecer una definición del “tiempo” en la física. En efecto, imaginémosnos que en [distintos puntos] de un sistema de coordenadas estén colocados relojes de la misma construcción y ajustados de tal modo que las posiciones respectivas de sus manecillas sean simultáneas [...].

Entonces, se entiende por “tiempo” de un acontecimiento la indicación (posición de las manecillas) del reloj que se encuentre en la vecindad inmediata del acontecimiento. De este modo, a cada acontecimiento se encuentra asociado un valor del tiempo que es, en principio, observable.”

Los textos anteriores dejan claro que en las ecuaciones relativistas t es lo que marcan los relojes, algo concreto, operativo, observable. Con eso se evita toda ambigüedad sobre el significado de t en las ecuaciones relativistas, pero sin discutir cual es el significado de medir con un reloj.

Bibliografía

Einstein, A., 1960, La relatividad, Ed Grijalbo, México, 1970

Einstein, A., 1905, Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento, traducción parcial en Einstein, A., Grünbaum, A., Eddington, A. y otros, La Teoría de la relatividad, selección de textos, Ed Alianza, Madrid, 1983

Rovelli, C., 2017, El orden del tiempo, Ed Anagrama, Barcelona, 2018

Safranski, R., 2015, Tiempo, Ed Tusquets, Barcelona, 2017