

Conceptos de *espacio* y *tiempo*

Juan Fernández Macarrón

juan@astrosima.com

El ser humano no “*mide*” características físicas de objetos o eventos de la naturaleza. Lo que hace es “*comparar*” esas características respecto unas definidas por él mismo como características patrón.

En concreto, dos de esas características son el espacio y el tiempo. El ser humano no “*mide*” espacios y tiempos. Lo que hace es “*comparar*” distancias entre objetos (y tamaños) o duraciones de eventos de la naturaleza respecto a un “*espacio patrón*”, que llamamos “*metro*” y un “*tiempo patrón*”, que llamamos “*segundo*”.

Lo que hemos hecho ha sido elegir un objeto de la naturaleza (llamado átomo de Cesio) que emite una radiación específica cuyo período de oscilación sirve para definir nuestra actual “*unidad de tiempo patrón*”. A un múltiplo de esa “unidad de tiempo patrón” es lo que hemos llamado “*segundo*”. Concretamente, el “segundo” se define como la duración de 9 192 631 770 oscilaciones de la radiación emitida en la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del isótopo 133 del átomo de cesio (^{133}Cs), a una temperatura de 0 K. (-273 grados Centígrados). Lo importante no es entender qué son los niveles hiperfinos ni nada de eso. Lo importante es que sepas que hemos elegido una duración que hemos encontrado en la naturaleza como duración de la “unidad de tiempo patrón” y todas la demás duraciones y eventos de la naturaleza los compararemos con esta “unidad de tiempo patrón”.

Así pues la “unidad de tiempo patrón” es la duración de una sola de esas oscilaciones. El “segundo” es lo que llamo “tiempo patrón”, no la “unidad de tiempo patrón”. Usamos el “segundo” por comodidad, ya que los sucesos de nuestra vida cotidiana duran “segundos” o múltiplos de “segundos”. El “segundo” lo hemos definido como la duración de 9 192 631 770 veces la “unidad de tiempo patrón”.

Resumiendo:

Unidad de tiempo patrón = duración de una sola oscilación de la radiación del Cesio

Tiempo patrón = Segundo = duración de 9 192 631 770 oscilaciones de la radiación del Cesio

Para definir nuestra actual “**unidad de espacio patrón**” podríamos haber elegido algo en la naturaleza cuyo tamaño fuera siempre el mismo, como el tamaño de un protón, el de un electrón o algo parecido, y ese tamaño (esa distancia) sería nuestra “unidad de espacio patrón”, pero, en vez de eso, hemos preferido elegir como “unidad de espacio patrón” aquella distancia que recorre la luz (en el vacío) durante la “unidad de tiempo patrón”, que ya teníamos definida. Es decir; es lo que avanza la luz en el vacío en el intervalo de tiempo que hay entre una oscilación de la radiación del Cesio y la siguiente oscilación..

El “**metro**” es un múltiplo de esa “unidad de espacio patrón” (aunque, como veremos, el múltiplo no es un número entero). Es decir, tanto la “unidad de espacio patrón” como el “metro” son algo *obtenido*. No son algo que hayamos encontrado en la naturaleza. La luz sí la hemos encontrado en la naturaleza y en ella nos hemos basado para obtener nuestra “unidad de espacio patrón” y luego hemos definido lo que llamamos “metro” (espacio patrón).

Desde 1983 el “metro” se define como la distancia recorrida por la luz en el vacío (que asumimos que es independiente de la longitud de onda) en $1/299.792.458$ segundos.

Como podéis observar esta duración de tiempo (elegida por el ser humano) es la inversa de la velocidad de la luz expresada en metros/segundo. Por tanto, es lógico que luego digamos que la velocidad de la luz es $299\ 792\ 458$ m/s. No podía ser de otra forma. Si hubiéramos definido “metro” (que es una palabra inventada por el ser humano) como la distancia recorrida por la luz en 0,5 segundos (1/2 de segundo), luego diríamos que la velocidad de la luz es de 2 metros/s. Es un puro convenio. La cifra que representa la velocidad de la luz procede de un convenio realizado por los seres humanos. Procede de una elección arbitraria que hemos hecho.

Lo que me resulta redundante es que el ser humano luego diga que quiere “medir” la velocidad de la luz, cuando la ha utilizado precisamente para construir sus reglas de medir. Es como fabricar con arcilla una regla de medir, pintar sobre ella sus divisiones 1, 2, 3, etc. con una separación constante pero inventada y luego, con ella querer medir la propia regla. Obviamente, si has pintado 10 divisiones, dirás que la regla mide 10. Pues esto tan aparente estúpido es lo que hace el ser humano cuando habla de “medir” la velocidad de la luz. Si además piensas que esa regla de arcilla, por cualquier razón (como pueda ser que aumenta la temperatura), se dilata, lógicamente seguirá teniendo 10 divisiones pintadas. Si con esa regla dilatada queremos medir la propia regla dilatada, evidentemente seguiremos diciendo que la regla mide 10 y podemos caer en el error de decir que la temperatura no afecta al tamaño de la regla pues siempre mide lo mismo. Personalmente creo que este error lo está cometiendo el ser humano sin darse cuenta cuando habla de espacios y tiempos, y, en especial, cuando habla de la constancia de la velocidad de la luz. Dejo estas opiniones personales para seguir hablando de la “unidad de espacio patrón” y del “metro”.

El cálculo de la “unidad de espacio patrón” expresada en “metros” es sencillo. Sólo hay que dividir $299\ 792\ 458$ entre $9\ 192\ 631\ 770$. Es decir; la “unidad de espacio patrón”, que es la distancia que recorre la luz en el vacío durante una sola oscilación de la radiación del átomo de Cesio (durante la “unidad de tiempo patrón”) es igual a $0,0326122557174941$ metros.

Redondeando (para recordarlo mejor) podemos decir que la **"unidad de espacio patrón"** = 0,0326 **metros**. Es decir; como tu dedo pulgar (3,26 cm) más o menos.

La "unidad de tiempo patrón" es difícil de imaginar por el ser humano (pues no vivimos dentro de un átomo de Cesio) pero la "unidad de espacio patrón" sí la podemos representar perfectamente.

Resumiendo:

Unidad de espacio patrón = distancia recorrida por la luz en la "unidad de tiempo patrón"

Unidad de espacio patrón = distancia recorrida por la luz durante una sola oscilación de la radiación del Cesio.

Espacio patrón = metro = Distancia recorrida por la luz en $1/299.792.458$ segundos

Unidad de espacio patrón = 0,0326 metros

Juan Fernández Macarrón

21 de octubre de 2010

www.astrosima.com

juan@astrosima.com