

La batalla científica para que un kilo siempre sea un kilo

William Phillips, Nobel de Física, defiende los cambios inminentes al Sistema Internacional de Unidades

[31 JUL 2018 - 06:11 EDT](#)



[Ampliar foto](#)

William Phillips muestra una réplica del Prototipo de Kilogramo Internacional durante la conferencia de física atómica en Barcelona. **Albert Garcia EL PAÍS**

“Es un escándalo”, dice William Phillips, premio Nobel de Física en 1997, “que la unidad de masa todavía sea un objeto físico”. Con guantes de tela, Phillips muestra un peso metálico a los asistentes de la [vigésimo-sexta conferencia internacional de física atómica](#), en Barcelona. Es una réplica del

Prototipo de Kilogramo Internacional (IPK), el cilindro de platino-iridio guardado bajo tres llaves en un sótano de París que define la unidad de masa del Sistema Internacional desde el siglo XIX. “Si ensucio esto con mis manos, automáticamente pesaréis todos menos”, explica ante las risas del público. “Esto hay que arreglarlo”, añade, serio.

Los metrologos, que estudian la medición de magnitudes, han propuesto redefinir las unidades de medida de masa (kilogramo), corriente eléctrica (amperio), cantidad de sustancia (mol) y temperatura (kelvin) basándose en el valor fijo de constantes de la naturaleza, de modo que no puedan variar más. En la conferencia, que tuvo lugar la semana pasada en el Palau Congressos de Barcelona, Phillips y el físico brasileño Vanderlei Bagnato explicaron cómo se han alcanzado las nuevas definiciones, que entrarán en vigor previsiblemente el próximo 20 de mayo, el aniversario del Tratado del Metro de 1875.

Cuando se creó el IPK, con la idea de homologar el peso de un litro de agua líquida, también se crearon copias internacionales de referencia, en teoría idénticas. Sin embargo, al intentar calibrar nuevos pesos, se ha observado que las masas de los distintos patrones del kilo, incluido el original, varían entre sí por valores de al menos 50 microgramos (millonésimas del gramo). El material puede absorber átomos del entorno, y puede perderlos con la limpieza. En la ciencia, esta discrepancia es “intolerable”, asegura Phillips, especialmente dado que el kilogramo se utiliza para definir otras tres unidades básicas del Sistema Internacional —la candela, el amperio y el mol— y 17 unidades derivadas, como el julio y el newton.

La misión por "democratizar" el kilo

Phillips trabaja en el [National Institute of Standards and Technology](#) (NIST), en EE UU, uno de los centros de metrología que participa en la revisión del Sistema Internacional de Unidades. La misión de NIST era encontrar una nueva definición del kilo que no solo sea invariable, sino que además sea

"democrática", es decir, que esté al alcance de cualquier laboratorio que quiera calibrar un patrón. "A día de hoy, la única forma de conocer el auténtico valor del kilo es acudir a la Oficina Internacional de Pesos y Medidas en Francia, que solo ha sacado el IPK de su campana protectora un puñado de veces en dos siglos", protesta.



ampliar foto

William Phillips, retratado antes de la entrevista en Barcelona. **Albert Garcia EL PAÍS**

La inspiración finalmente ha venido del metro, otra unidad básica que en 1983 pasó legalmente de ser “la longitud de una barra de platino en París” a ser “la distancia que viaja la luz en $1/299.792.458$ segundos”. Esta forma de fijar las unidades no es intuitiva, ya que pasa por definir primero el valor exacto de una constante de la naturaleza, a la que se impone un valor numérico arbitrario basado en las características del objeto físico del que la ciencia se quiere deshacer. Con el metro, los científicos tomaron el prototipo homologado —la barra de platino— para estudiar su relación con una

constante natural: la velocidad de la luz en el vacío. Al conocer exactamente qué fracción de un segundo tarda la luz en recorrer la longitud de la barra, fijaron de forma oficial la velocidad de la luz en 299.792.458 metros por segundo.

“Una constante que tiene unidades no es natural”, explica Phillips a *Materia* después de la conferencia. “Lo que tiene de natural la velocidad de la luz es que es igual para todos los observadores y para todo el espectro de luz, pero su valor numérico depende de lo que hayamos decidido que es un metro y un segundo”, dice. Lo importante es que ahora que está “decidido” el valor de la velocidad de la luz, la definición del metro nunca más dependerá de la longitud de un objeto físico; cualquier laboratorio con un reloj atómico puede medir la distancia que recorren los fotones en esa fracción de tiempo, y así conocerá la longitud exacta que tenía la barra de platino en el momento en que se fijó la definición del metro. Aunque el objeto se pierda o se deforme, el metro ya es atemporal.

Para inmortalizar el kilo también es necesario fijar el valor numérico de una constante natural. Los químicos han escogido el número de Avogadro —que relaciona la cantidad de átomos o moléculas con la masa de una muestra— y los físicos, la constante de Planck —que relaciona la energía de un fotón con la frecuencia de su onda—. Más que competir, los dos métodos son complementarios, ya que el consenso ha sido llegar a un nivel de precisión que permita usar cifras fijas de ambas constantes para obtener el mismo valor numérico del kilo. Además, la constante de Avogadro, que se ha definido midiendo la cantidad de átomos que hay en una esfera perfecta de silicio, se empleará también para redefinir el mol.

Fijar las constantes de la naturaleza

Cuando Phillips llegó a NIST, hace unos 40 años, su trabajo se centraba en la medición precisa del amperio, la unidad de corriente eléctrica, para lo cual se usaba un aparato llamado la balanza de corriente. Esta evolucionó en lo que

hoy se conoce como la balanza de Watt, un instrumento que equipara potencia electromagnética (que depende de una corriente) con potencia mecánica (que depende de una fuerza, o peso). Primero se aplica una corriente conocida. Calculado el peso correspondiente en la balanza, se puede obtener la masa exacta —un kilo—, ya que se conoce la aceleración de la gravedad. “Nos dimos cuenta de que este experimento podía medir la constante de Planck”, recuerda Phillips; desde ahí redefinir el kilo era un paso lógico, ya que la constante de Planck se mide en una combinación de unidades que incluye la de masa. “Nosotros no establecemos que haya que utilizar la balanza de Watt o la esfera de silicio para medir el kilo. Solo fijamos el valor de la constante de Planck [y del número de Avogadro]”, explica Phillips. “En el futuro, podrían desarrollarse métodos mejores que te lleven del valor de la constante al valor del kilo. Esto es precioso, en mi opinión; es como se deben hacer las cosas”, agrega.

En el futuro, podrían desarrollarse métodos mejores que te lleven del valor de la constante al valor del kilo. Esto es precioso

Siguiendo el mismo razonamiento, los metrologos han desarrollado métodos para fijar la constante de Boltzmann, que dará definición al kelvin, y la constante de carga elemental, que dará definición al amperio. Las demás unidades básicas —el segundo, el metro y la candela— ya están definidas por constantes físicas. En noviembre de este año, se reunirá la Conferencia General de Pesos y Medidas en Versalles para votar sobre los cambios propuestos al Sistema Internacional. Después de todo el trabajo, Phillips confiesa esperar que sea “solo una formalidad”.

Bruno Martín forma parte del proyecto europeo [Elusives](#), que aborda el estudio de neutrinos, materia oscura y física más allá del modelo estándar (H2020-MSCA-ITN-2015//674896-Elusives).