

## El NIST mejora la exactitud del método de la “Balanza Watt” para la definición del kilogramo

*Prospectos de la mejora en las mediciones para la redefinición internacional del kilogramo*

Fecha: 2005-09-15

Fuente: [www.nist.gov](http://www.nist.gov)

Traducido por: Físico Ciro Alberto Sánchez Morales  
Laboratorio de Temperatura  
División de Metrología. Superintendencia de Industria y Comercio. Colombia.  
email: [casanchez@correo.sic.gov.co](mailto:casanchez@correo.sic.gov.co)

Un método experimental líder para la definición del kilogramo en función de las propiedades de la naturaleza es ahora mucho más exacto, según lo anunciado el día 13 de septiembre de 2005, por científicos del National Institute of Standards and Technology, (**NIST**) del Departamento de Comercio de los Estados Unidos de América.



**Figura 1.** El físico Richard Steiner ajusta el kilogramo electrónico, un dispositivo experimental para definir a la masa en función de las propiedades fundamentales de la naturaleza. Fotografía: Copyright Robert Rathe.

El avance acerca aún más a la comunidad científica internacional a la redefinición del kilogramo, la única de las siete unidades fundamentales del Sistema Internacional de Unidades, **SI**, aún definida por un prototipo o artefacto materializado.

El más reciente trabajo del NIST, descrito en el ejemplar de octubre de 2005 de *Metrología* y publicado on-line\* confirma los resultados obtenidos por el instituto en 1998 usando el mismo método, pero ahora reduciendo la incertidumbre de medición en aproximadamente el 40 %, principalmente gracias a mejoras en el hardware usado en los experimentos.

“El hecho de que obtengamos los mismos resultados nos da la confianza de que las incertidumbres que usamos son probablemente razonables” dice el físico Richard Steiner del NIST, autor líder del artículo.

Científicos del NIST y de otros institutos alrededor del mundo han dedicado varios años a la realización de experimentos para encontrar una definición confiable, basada en la naturaleza para reemplazar el patrón internacional actual del kilogramo, un centenario cilindro de platino-iridio de aproximadamente el tamaño de una ciruela. Los nuevos resultados significan que el método del NIST, usando un dispositivo denominado balanza watt o kilogramo electrónico es lo suficientemente exacto para cumplir los criterios de la redefinición.

Cualquier decisión sobre cómo y cuándo redefinir el kilogramo sería tomada por un grupo internacional, el Comité Internacional de Pesas y Medidas, **CIPM** y ratificada por la Conferencia General de Pesas y Medidas, **CGPM**, cuyas próximas reuniones serán en el año 2007. La CGPM es partidaria de demorar una redefinición hasta que otros grupos confirmen los nuevos resultados del NIST.

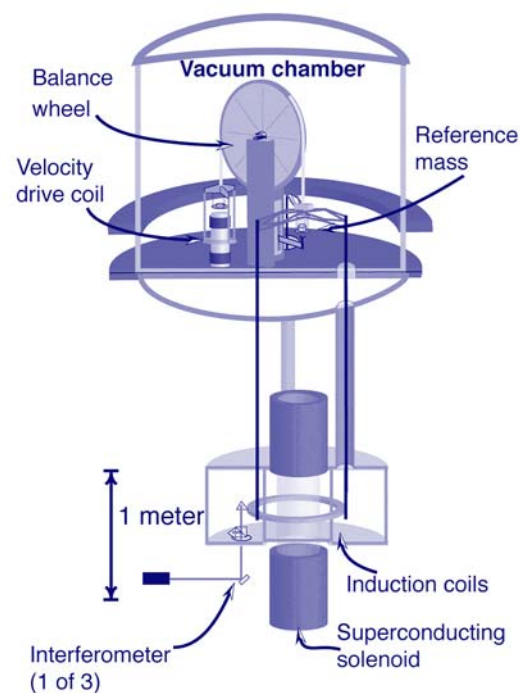
El patrón primario del kilogramo se mantiene actualmente en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas, **BIPM**, cerca de París. Aunque el cilindro se guarda en una bóveda especial, bajo condiciones controladas, su masa puede variar ligeramente con el paso del tiempo y cambiar debido a la contaminación, a la pérdida de material originada en la limpieza de su superficie u otros efectos. Más aún, el patrón que sólo es accesible en el BIPM, podría ser dañado o destruido. Al contrario una propiedad de la naturaleza, es, por definición, siempre la misma y puede, en teoría, ser medida en cualquier parte.

Las otras seis unidades fundamentales del Sistema Internacional de Unidades son el metro (unidad de longitud), el segundo (tiempo), el ampere (corriente eléctrica), el kelvin (temperatura), el mole (cantidad de sustancia) y la candela (intensidad luminosa). Todas las seis se definen en función de propiedades de la naturaleza y pueden medirse en un laboratorio convenientemente equipado.

---

\* R. Steiner, E. R. Williams, D. B. Newell and R. Liu. “Towards an electronic kilogram: an improved measurement of the Planck constant and electron mass”. *Metrología*. 42 (2005) 4311441. Publicado on-line: 13 de septiembre de 2005.

La balanza watt del NIST es un dispositivo que ha evolucionado en el tiempo, diseñado para redefinir la masa en función de la física fundamental y de los patrones cuánticos. Mide la fuerza necesaria para equilibrar un prototipo de una masa de un (1) kilogramo que es atraído por la gravedad de la tierra, así como los valores de dos magnitudes eléctricas. Ver figura 2. Estas medidas son usadas para determinar la relación entre la potencia mecánica y eléctrica, la cual puede combinarse con varias ecuaciones para definir el kilogramo, en función de las propiedades fundamentales de la naturaleza.



**Figura 2. Balanza watt.** En el NIST el experimento de la balanza watt, una masa de prueba de un kilogramo se coloca en el plato de una balanza que está conectada a una bobina de cobre, la cual envuelve a un electroimán superconductor. Si se envía corriente eléctrica a través de la bobina, entonces, como en un motor eléctrico, se producen fuerzas electromagnéticas para igualar el peso de la masa de prueba. El dispositivo mide esta corriente y fuerza. La bobina también se puede mover verticalmente, e igual que en un generador eléctrico, esto induce un voltaje. La velocidad y el voltaje de la bobina se miden también. Estas cuatro medidas determinan la relación entre la potencia mecánica y eléctrica, la cual puede ser combinada con otras propiedades fundamentales de la naturaleza para así redefinir al kilogramo. Imagen por R. Steiner/NIST

Una de estas propiedades es la constante de Planck,  $h$ , que es el cociente entre la energía de radiación y su frecuencia. Esta es una de un conjunto extenso de “constantes fundamentales” usadas por los científicos para describir un amplio rango de fenómenos. El valor más reciente de la constante de Planck reportado por el NIST en el nuevo artículo ( $6,626\ 069\ 01 \times 10^{-34}$  joule segundo) es equivalente al resultado del NIST de 1998 y a una medición también de 1998 realizada por el National Physical Laboratory, **NPL** de Gran Bretaña, los cuales son los otros dos valores más exactos.

La balanza watt es uno de los dos enfoques líderes para la redefinición del kilogramo. El otro enfoque consiste en contar cuantos átomos de una masa específica igualan a la masa de un (1) kilogramo. Las mediciones más

recientes del NIST que tienen una incertidumbre de medición de 0,052 partes por millón que comparadas a las 0,087 partes por millón de los experimentos de 1998, son mucho más exactas que cualquiera de los resultados previos de otros grupos de investigación usando uno u otro enfoque, según Steiner. La incertidumbre total de medición se calcula combinando más de veinte (20) fuentes de error.

La exactitud de las mediciones más recientes del NIST es aproximadamente equivalente a la deriva en el tiempo estimada de la masa del patrón kilogramo actual, según Steiner. Los investigadores del NIST esperan reducir aún más la incertidumbre de las mediciones de la balanza watt a 0,02 partes por millón en el transcurso de los siguientes doce meses o antes, para alcanzar el nivel de exactitud necesaria para las mediciones comerciales de masa.

Las mediciones reportadas en *Metrología* son el producto de numerosas mejoras en la balanza watt del NIST, incluyendo la reconstrucción de la mayor parte del hardware para eliminar muchas fuentes de error. La bobina y la balanza están encerradas en una cámara al vacío de fibra de vidrio, lo que reduce la necesidad de la corrección del aire. Además la bobina está reforzada para reducir la flexión causada por el exceso de “ruido” en las señales que son medidas. El ruido se redujo a una quinta parte del nivel de los experimentos de 1998. Los investigadores también mejoraron la alineación de los instrumentos, el control de la temperatura y el software usado para controlar y analizar los experimentos.

Como una agencia de la Administración de Tecnología del Departamento de Comercio de los Estados Unidos de América, el NIST desarrolla y promueve la medición, los patrones y la tecnología para aumentar la productividad, facilitar el comercio y mejorar la calidad de vida.

Para información adicional sobre los esfuerzos para redefinir el kilogramo en función de propiedades de la naturaleza, vea:

[http://www.nist.gov/public\\_affairs/newsfromnist\\_redef\\_kilogram.htm](http://www.nist.gov/public_affairs/newsfromnist_redef_kilogram.htm)

Traducido por: Físico **Ciro Alberto Sánchez Morales**  
[casanchez@correo.sic.gov.co](mailto:casanchez@correo.sic.gov.co)