



## Información a los usuarios sobre el SI redefinido

El Sistema Internacional de Unidades<sup>1</sup>, el SI, basado en el **segundo**, el **metro**, el **kilogramo**, el **amperio**, el **kelvin**, el **mol** y la **candela** (las unidades básicas), ha sido revisado para actualizar las definiciones de cuatro de estas unidades. En noviembre de 2018, la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM), organismo internacional responsable de la comparabilidad mundial de las mediciones, aprobó las definiciones revisadas del **kilogramo**, **amperio**, **kelvin** y **mol**, al adoptar la Resolución 1 (2018)<sup>1</sup>. Las definiciones revisadas entraron en vigor el 20 de mayo de 2019.

Las definiciones revisadas se basan en siete constantes físicas (la velocidad de la luz, la constante de Planck, la constante de Avogadro y otras), inherentemente estables. Las magnitudes se han elegido de forma que las definiciones revisadas no deban modificarse para acomodar futuras mejoras en las tecnologías utilizadas para sus realizaciones prácticas. La revisión del SI en esta forma fue prevista en las Resoluciones de la CGPM adoptadas en 2011 y 2014. Requisitos adicionales contenidos en dichas Resoluciones han garantizado una transición sin problemas hacia las cuatro definiciones revisadas. La mayoría de los usuarios no notarán el cambio. Una nueva edición de la publicación sobre el SI<sup>2</sup> proporciona información esencial a los usuarios, incluyendo, en su Anexo 2, directrices sobre la realización práctica de las unidades<sup>3</sup>.

A continuación, se incluye información sobre los efectos de estos cambios en las diferentes áreas de medición:

- **El kilogramo** se define ahora en función de la constante de Planck, garantizando la estabilidad a largo plazo de la escala de masas del SI. El kilogramo puede realizarse mediante cualquier método adecuado (por ejemplo, la balanza (de potencia) de Kibble o el método de Avogadro (determinación de la densidad de cristales por rayos X). Los usuarios pueden obtener trazabilidad al SI desde las mismas fuentes utilizadas antes (el BIPM, los institutos nacionales de metrología y los laboratorios acreditados). Las comparaciones internacionales garantizarán su coherencia. El valor de la constante de Planck se eligió para garantizar que no hubiera ningún cambio en el kilogramo SI en el momento de la redefinición. Las incertidumbres de calibración ofrecidas por los INM a los usuarios de sus servicios tampoco se ven afectadas en su gran mayoría.
- **El amperio** y otras unidades eléctricas, en sus realizaciones prácticas al más alto nivel metroológico, se han vuelto totalmente consistentes con las definiciones de sus unidades. La transición desde la convención de 1990 al SI revisado ha dado lugar a pequeños cambios en todas las unidades eléctricas diseminadas. Para la gran mayoría de usuarios de las mediciones, no ha sido necesario tomar ninguna medida, ya que el voltio ha cambiado en aproximadamente 0,1 partes por millón y el ohmio ha cambiado aún menos. Solo los profesionales que trabajan al más alto nivel de exactitud habrán tenido que ajustar los valores de sus patrones y revisado sus balances de incertidumbre de medida.
- **El kelvin** se ha redefinido sin causar un efecto inmediato en la práctica de la medición de la temperatura o en la trazabilidad de las mediciones de temperatura y, para la mayoría de los usuarios, pasará desapercibido. La redefinición sienta las bases para futuras mejoras. Una definición libre de limitaciones materiales y tecnológicas permite el desarrollo de técnicas nuevas y más exactas para obtener mediciones de temperatura trazables al SI, especialmente en temperaturas extremas. Las directrices sobre la realización práctica<sup>3</sup> del kelvin respaldan su diseminación mundial al describir métodos primarios para la medición de la temperatura termodinámica e igualmente mediante las escalas definidas ITS-90 y PLTS-2000.



- **El mol** se ha redefinido con respecto a un número específico de entidades (típicamente átomos o moléculas) y ya no depende de la unidad de masa, el kilogramo. La trazabilidad al mol puede aún establecerse a través de todas las vías empleadas anteriormente que incluyen, pero no se limitan a, la utilización de mediciones de masa junto con tablas de pesos atómicos y la constante de masa molar  $M_u$ . Los pesos atómicos no se ven afectados por este cambio en la definición y  $M_u$  sigue siendo 1 g/mol, aunque ahora con una incertidumbre de medida. Esta incertidumbre es tan pequeña que la definición revisada del mol no requiere ningún cambio en la práctica común.

Las definiciones revisadas del kilogramo, amperio, kelvin y mol no tienen impacto alguno sobre el segundo, el metro y la candela.

- **El segundo** continúa definiéndose en función de la frecuencia de la transición hiperfina del átomo de cesio 133. La cadena de trazabilidad al segundo no se ve afectada. Tampoco, la metrología del tiempo y la frecuencia.
- **El metro** sigue definiéndose en función de la velocidad de la luz, una de las constantes fundamentales de la física. La práctica de la metrología dimensional no se ve modificada en modo alguno, beneficiándose de la mayor estabilidad a largo plazo del sistema.
- **La candela** sigue definiéndose en función de  $K_{cd}$ , constante técnica para la fotometría y, por lo tanto, continúa vinculada al vatio. La trazabilidad a la candela se sigue obteniendo con la misma incertidumbre de medida a través de métodos radiométricos utilizando detectores absolutos calibrados.

El SI se ha revisado varias veces desde su adopción formal por la CGPM en 1960. Sin embargo, la redefinición de cuatro unidades básicas a la vez no tenía precedentes, requiriendo la colaboración mundial simultánea en diversos campos de la metrología. Como en el pasado, se ha tenido cuidado para asegurar que no haya un impacto perceptible en la vida diaria y que las mediciones hechas con las definiciones previas de las unidades sigan siendo válidas dentro de sus incertidumbres de medida. Pocos usuarios fuera de los laboratorios nacionales de metrología notarán los cambios. Alcanzar las exactitudes experimentales y cumplir las condiciones exigidas en las resoluciones de la CGPM ha sido un logro notable, que garantizará que el SI continúe satisfaciendo las necesidades de incluso los usuarios más exigentes.

1. <http://www.bipm.org/en/CGPM/db/26/1/>
2. <http://www.bipm.org/en/publications/si-brochure/>
3. <http://www.bipm.org/en/publications/mises-en-pratique/>

*Esta es una versión actualizada de la nota preparada en 2017 por los Comités Consultivos del CIPM, como preparación a la revisión del SI. Esta versión actualizada tiene en cuenta la adopción de la Resolución 1 por la CGPM en 2018, y la entrada en vigor del SI revisado el 20 de mayo de 2019.*

*La versión en español ha sido realizada por el Centro Español de Metrología, participante activo en dichos Comités Consultivos y en el proceso de revisión del SI.*