

# EL TRATADO DE LA CONVECCIÓN DEL METRO Y EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

## LA CONVENCION DEL METRO Y LOS ORGANISMOS QUE LA INTEGRAN

Después de la Revolución Francesa los estudios para determinar un sistema de unidades único y universal concluyeron con el establecimiento del Sistema Métrico Decimal. La adopción universal de este sistema se hizo con el Tratado denominado Convención del Metro, que se firmó en Francia el 20 de Mayo de 1875, y en el cual se establece la creación de una organización científica que tuviera, por una parte, una estructura permanente que permitiera a los países miembros tener una acción común sobre todas las cuestiones que se relacionen con las unidades de medida y que asegure la unificación mundial de las mediciones físicas.

## LA ESTRUCTURA

Los organismos que fueron creados para establecer dicha estructura son los siguientes [2,3]:

La Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM), que actualmente se realiza cada 4 años, es integrada por los representantes de los Gobiernos de los países firmantes del Tratado de la Convención del Metro. Bajo su autoridad se encuentra el Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM), quien a su vez, supervisa las actividades de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (Bureau International des Poids et Mesures, BIPM) que es el laboratorio científico permanente.

## LOS OBJETIVOS

Cada Conferencia General recibe el informe del Comité Internacional sobre los trabajos desarrollados, discute y examina las disposiciones necesarias para asegurar la extensión y el mejoramiento del Sistema Internacional de Unidades, sanciona los resultados de las nuevas determinaciones metroológicas fundamentales, adopta resoluciones científicas de carácter internacional en el campo de la metrología y las decisiones importantes que afecten a la organización y al desarrollo de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas.

El CIPM prepara el programa de trabajo de la Conferencia General, establece un informe anual a los Gobiernos de las Altas Partes Contratantes sobre la situación administrativa y financiera del BIPM. Sus reuniones y discusiones son el objetivo de informes detallados que publica el BIPM.

## LOS COMITÉS CONSULTIVOS

El CIPM, ha creado Comités Consultivos que reúnen a los expertos mundiales en cada campo particular de la metrología los que son consejeros sobre todas las cuestiones científicas y técnicas. Los Comités Consultivos estudian de manera profunda los progresos científicos y técnicos que puedan tener una influencia directa sobre la metrología, preparan recomendaciones que son discutidas por el CIPM, organiza comparaciones internacionales de patrones y aconseja al CIPM sobre los trabajos científicos a efectuar en el BIPM. Estos Comités tienen relación con los grandes laboratorios de metrología. Los Comités Consultivos son actualmente nueve y sus actividades son:

## ANTECEDENTES DEL SI

### 1790

A finales de la Revolución Francesa, le correspondió a la Academia de Ciencias de París hacer las proposiciones para crear un sistema de medidas que pudiera ordenar el caos que existía en aquel entonces por la gran variedad de medidas existentes en toda Francia [1]

### La Base del Sistema

Estas proposiciones las hace la Academia a petición de la Asamblea Nacional Francesa, fundamentándose en un sistema decimal perdurable e indestructible tomando como base la unidad de longitud, el metro, del cual se deducirán las unidades que fueron de uso común para la época: el área, el volumen y los pesos.

### Los Científicos

Excepcionales fueron los trabajos de los hombres de ciencia de aquel entonces para establecer el sistema, entre los que podemos citar [2]: Legendre, Lavoisier, Coulomb, Borda, Berthollet, Lagrange, Delambre, Lefèvre-Gineau, Haüy, Mechain, para que junto con otros científicos llegaran al establecimiento de Sistema Métrico Decimal.

### La Universalidad

Al transcurrir los años, el Sistema Métrico Decimal se hizo universal después de la firma en 1875 por los países signatarios del Tratado de la Convención de Metro y que instituyó en esa ocasión la Conferencia General de Pesas y Medidas, el Comité y la Oficina Internacional de Pesas y Medidas.

### COMITÉ CONSULTIVO DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO (CCEM)

Nuevo nombre dado en 1997 al Comité Consultivo de Electricidad (CCE), creado en 1927: la realización práctica de volt, de ohm, del amperio y del wat del SI, patrones de referencia del volt y del ohm fundados sobre el efecto Josephson y el efecto Hall cuántico, patrones de capacidad y de paso de corriente continua a corriente alterna, patrones eléctricos en radiofrecuencias y en ondas milimétricas.

### COMITÉ CONSULTIVO DE FOTOMETRÍA Y RADIOMETRÍA (CCPR)

Nuevo nombre dado en 1971 al Comité Consultivo de Fotometría (CCP), creado en 1933: escalas fotométricas y radiométricas, desarrollo de la radiometría absoluta, radiometría para las fibras ópticas.

### COMITÉ CONSULTIVO DE TERMOMETRÍA (CCT)

Creado en 1937: establecimiento y realización de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (ETI-90), diferencias entre y la temperatura termodinámica, extensión y mejoramiento de la EIT-90, puntos secundarios de referencia, tablas internacionales de referencia para los termopares y los termómetros de resistencia.

### COMITÉ CONSULTIVO DE LAS LONGITUDES (CCL)

Nuevo nombre dado en 1997 al Comité Consultivo para la Definición del Metro (CCDM), creado en 1952: definición y realización de metro, medidas prácticas de longitud y ángulo.

## LOS COMITÉS CONSULTIVOS

El CIPM, ha creado Comités Consultivos que reúnen a los expertos mundiales en cada campo particular de la metrología los que son consejeros sobre todas las cuestiones científicas y técnicas. Los Comités Consultivos estudian de manera profunda los progresos científicos y técnicos que puedan tener una influencia directa sobre la metrología, preparan recomendaciones que son discutidas por el CIPM, organiza comparaciones internacionales de patrones y aconseja al CIPM sobre los trabajos científicos a efectuar en el BIPM.

Estos Comités tienen relación con los grandes laboratorios de metrología. Los Comités Consultivos son actualmente nueve y sus actividades son:

### COMITÉ CONSULTIVO DE TIEMPO Y FRECUENCIA (CCTF)

Nuevo nombre dado en 1997 al Comité Consultivo para la Definición del Segundo (CCDS, creado en 1956: definición y realización del segundo, establecimiento y difusión del tiempo atómico internacional (TAI) y de tiempo universal coordinado (UTC).

### COMITÉ CONSULTIVO DE UNIDADES (CCU),

Creado en 1964: evolución del Sistema Internacional de Unidades (SI), publicación de ediciones sucesivas de folletos sobre el SI.

### COMITÉ CONSULTIVO DE LAS RADIACIONES IONIZANTES (CCRI)

Nuevo nombre dado en 1997 al Comité Consultivo para los Patrones de Medida de las Radiaciones Ionizantes (CCMRI), creado en 1958: definiciones de las magnitudes y de las unidades, patrones de dosimetría para los rayos X y  $\gamma$  y para los neutrones, medidas de radioactividad y Sistema Internacional de Referencia para la medida de los radionúclidos (SIR).

### COMITÉ CONSULTIVO PARA LA MASA Y LAS MAGNITUDES EMPARENTADAS (CCM)

Creado en 1980: comparaciones de patrones de masa con el prototipo internacional del kilogramo, problemas relativos a la definición de la unidad de masa, así con patrones de densidad, de presión y de fuerza.

### COMITÉ CONSULTIVO PARA LA CANTIDAD DE SUSTANCIA (CCQM)

Creado en 1993: métodos primarios para medir la cantidad de sustancia y comparaciones internacionales, establecimiento de la trazabilidad a nivel internacional entre laboratorios nacionales concernientes a la metrología química.

En 1960 de la Conferencia denomina Sistema Internacional de Unidades (SI), a este Sistema.

La Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM,) máxima autoridad de la metrología científica es la que aprueba las nuevas definiciones del Sistema Internacional de Unidades y recomienda a los países miembros del Tratado de la Convención del Metro, que, en la medida de lo posible lo integren a sus legislaciones. Hasta 1995, la CGPM se ha reunido 20 veces. Los antecedentes de la formación del SI a través de las reuniones de la CGPM, son los siguientes:

## 1948

La novena Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM) encomienda al Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM), mediante su resolución 6, el estudio completo de una reglamentación de las unidades de medida del sistema MKS y de una unidad eléctrica del sistema práctico absoluto, a fin de establecer un sistema de unidades de medida susceptible de ser adoptado por todos los países signatarios de la Convención del Metro. Esta misma Conferencia en su resolución 7, fija los principios generales para los símbolos de las unidades y proporciona una lista de nombres especiales para ellas.

## 1954

La décima Conferencia General de Pesas y Medidas, en su resolución 6, adopta las unidades de base de este sistema práctico de unidades en la forma siguiente: de longitud, metro; de masa, kilogramo; de tiempo, segundo; de intensidad de corriente eléctrica, amperio; de temperatura termodinámica, kelvin; de intensidad luminosa, candela.

# UNIDADES DEL SI Y PREFIJOS

El Sistema Internacional de Unidades se fundamenta en siete unidades de base correspondientes a las magnitudes de longitud, masa, tiempo, corriente eléctrica, temperatura, cantidad de materia, e intensidad luminosa. Estas unidades son conocidas como el Metro, el Kilogramo, el Segundo, el Ampere, el Kelvin, el Mol y la Candela, respectivamente. A partir de estas siete unidades de base se establecen las demás unidades de uso práctico, conocidas como unidades derivadas, asociadas a magnitudes tales como velocidad, aceleración, fuerza, presión, energía, tensión, resistencia eléctrica, etc. Las definiciones de las unidades de base adoptadas por la Conferencia General de Pesas y Medidas, son las siguientes:

## EL METRO (m)

Se define como la longitud de la trayectoria recorrida por la luz en el vacío en un lapso de  $1 / 299\,792\,458$  de segundo (17ª Conferencia General de Pesas y Medidas de 1983).

## EL KILOGRAMO (kg)

Se define como la masa igual a la del prototipo internacional del kilogramo (1ª y 3ª Conferencia General de Pesas y Medidas, 1889 y 1901).

## EL SEGUNDO (s)

Se define como la duración de  $9\,192\,631\,770$  periodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado base del átomo de cesio 133 (13ª Conferencia General de Pesas y Medidas, 1967).

## EL AMPERE (A)

Se define como la intensidad de una corriente constante, que mantenida en dos conductores paralelos, rectilíneos, de longitud infinita, de una corriente constante, que mantenida en dos conductores paralelos, rectilíneos, de longitud infinita, de sección circular despreciable, colocados a un metro de distancia entre sí en el vacío, produciría entre estos conductores una fuerza igual a  $2 \times 10^{-7}$  newton por metro de longitud (9ª Conferencia General de Pesas y Medidas, 1948).

## EL KELVIN (K)

Se define como la fracción  $1/273,16$  de la temperatura termodinámica del punto triple del agua (13ª Conferencia General de Pesas y Medidas)

## EL MOL (mol)

Se define como la cantidad de materia que contiene tantas unidades elementales como átomos existen en  $0,012$  kilogramos de carbono 12 (12C) (14ª Conferencia General de Pesas y Medidas, 1971).

## LA CANDELA (cd)

Se define como la intensidad luminosa, en una dirección dada de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia  $540 \times 10^{12}$  Hz y cuya intensidad energética en esa dirección es de  $1/683$  wat por esterradián (16ª Conferencia General de Pesas y Medidas, 1979).

**La Ley Federal sobre Metrología y Normalización establece que el Sistema Internacional es el sistema de unidades oficial en México, el cual está definido por la Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002, "Sistema General de Unidades de Medida" [3].**

### REFERENCIAS

Héctor Nava Jaimes, Félix Pezet Sandoval, Jorge Mendoza Ilescas, Ignacio Hernández Gutiérrez.  
El Sistema Internacional de Unidades (SI).  
El Tratado de la Convención del Metro y el Sistema Internacional de Unidades.  
Publicación Técnica CNN-MMM-PT-003.  
Les Cués Qro., México Diciembre 1998.

[1] Kula W. Las medidas y los hombres. Editorial Siglo XXI, 1980.

[2] Moreau H. Le Systeme Métrique. Des anciens mesures au Sytème International d'Unités. Editorial Chirón. París 1975

[3] Sistema Internacional de Unidades. [www.cenam.mx/siu.aspx](http://www.cenam.mx/siu.aspx)

La CGPM está constituida por los delegados que representan a los gobiernos de los países miembros, quienes se reúnen cada cuatro años en París, Francia. Cada Conferencia General recibe el informe del CIPM sobre el trabajo realizado. En su seno se discuten y examinan los acuerdos que aseguran el mejoramiento y diseminación del Sistema Internacional de Unidades; se validan los avances y los resultados de las nuevas determinaciones metroológicas fundamentales y las diversas resoluciones científicas de carácter internacional y se adoptan las decisiones relativas a la organización y desarrollo del BIPM. La última reunión de la CGPM, la vigésima segunda realizada desde su creación, se llevó a cabo del 13 al 17 de octubre de 2003 en París, con la participación del CENAM en representación de México.

1956

Reunido el Comité Internacional de Pesas y Medidas, emite su recomendación número 3 por la que establece el nombre de Sistema Internacional de Unidades (SI), para las unidades de base adoptadas por la décima CGPM. Posteriormente, en 1960 la décima primera CGPM en su resolución 12 fija los símbolos de las unidades de base, adopta definitivamente el nombre de Sistema Internacional de Unidades; designa los múltiplos y submúltiplos y define las unidades suplementarias y derivadas.

1971

La décima cuarta CGPM, mediante su resolución 3 decide incorporar a las unidades de base del SI, la mol como unidad de cantidad de sustancia. Con esta son 7 las unidades de base que integran el Sistema Internacional de Unidades.

1980

En ocasión de la reunión del CIPM, se hace la observación de que el estado ambiguo de las unidades suplementarias compromete la coherencia interna del SI y decide recomendar (resolución número 1) que se interprete a las unidades suplementarias como unidades derivadas adimensionales.

1995

Finalmente, la vigésima Conferencia General de Pesas y Medidas, decide aprobar lo expresado por el CIPM, en el sentido de que las unidades suplementarias del SI, nombradas radián y esterradián, se consideren como unidades derivadas adimensionales y recomienda consecuentemente, eliminar esta clase de unidades suplementarias como una de las que integran el Sistema Internacional. Como resultado de esta resolución, el SI queda conformado únicamente con dos clases de unidades: las de base y las derivadas.