

# caloría – calorie

Authored by  
**memjavad**

November 11, 2025

## RECOMMENDED CITATION

memjavad (2025). *caloría – calorie*. Spanish Psychological Databases. Retrieved from <https://spanish.arabpsychology.com/?p=3868>

# Caloría

**Primary Disciplinary Field(s):** Física, Química, Nutrición, Termodinámica.

## 1. Definición Central y Unidades

La caloría (símbolo: cal) es fundamentalmente una unidad de energía que se utiliza históricamente en el ámbito de la física y la química para cuantificar la transferencia de calor. Su definición clásica se basa en la cantidad de energía térmica necesaria para elevar la temperatura de una unidad de masa de agua bajo condiciones específicas. Específicamente, una caloría se define como la energía requerida para aumentar la temperatura de un gramo de agua en un grado Celsius (generalmente de 14.5 °C a 15.5 °C) a una presión atmosférica estándar. Aunque esta definición parece simple, la dependencia de la capacidad calorífica específica del agua con la temperatura ha llevado a la necesidad de estandarizar múltiples definiciones de la caloría a lo largo del tiempo, lo que ha generado cierta complejidad en su uso científico preciso y ha requerido la especificación de condiciones de temperatura exactas para evitar ambigüedades en la medición termodinámica.

Es crucial distinguir la caloría pequeña (cal) de la **kilocaloría** (kcal), que es mil veces mayor y la unidad utilizada casi universalmente en el contexto de la nutrición y la dietética. En el lenguaje común y en el etiquetado de alimentos, cuando se menciona simplemente "caloría", casi siempre se hace referencia a la kilocaloría (1 kcal = 1000 cal). Para evitar esta ambigüedad, en el etiquetado nutricional en inglés se utiliza a menudo la mayúscula "Calorie" (Cal) para denotar la kilocaloría, mientras que en español y en el sistema internacional (SI), se prefiere el término kilocaloría (kcal) o, más formalmente, el julio (J), la unidad estándar de energía del SI. Este conflicto terminológico subraya la necesidad de precisión al discutir la energía en diferentes campos científicos y aplicados, siendo la kilocaloría la unidad de referencia para medir la energía potencial de los alimentos para el cuerpo humano.

A pesar de su uso extendido, especialmente en la industria alimentaria y la salud pública, la caloría no es la unidad oficial de energía reconocida por el [Sistema Internacional de Unidades \(SI\)](#). El SI promueve el uso del **julio** (J), donde 1 caloría termoquímica equivale exactamente a 4.184 julios. La persistencia de la caloría se debe a su arraigo histórico en la termodinámica y su conveniencia práctica en campos como la nutrición, donde la relación directa con el calor necesario para calentar el agua proporcionaba una medición intuitiva de la energía potencial. Sin embargo, los organismos internacionales han abogado por la transición gradual hacia el julio para garantizar la coherencia y la uniformidad científica global, si bien la resistencia cultural y práctica en el sector alimentario mantiene la dualidad de unidades en el etiquetado.

## 2. Etimología y Desarrollo Histórico

El término "caloría" fue acuñado a principios del siglo XIX, derivando del latín *calor*, que significa

"calor". Su introducción formal se atribuye al químico francés **Nicolas Clément**, quien la definió en 1824 como la unidad de calor en el contexto del estudio de las máquinas de vapor y la eficiencia energética. Inicialmente, la caloría se vinculó estrechamente a la teoría calórica, una hipótesis obsoleta que postulaba que el calor era un fluido invisible (el calórico) que fluía entre los cuerpos. Esta conceptualización temprana, aunque errónea desde la perspectiva de la física moderna, fue crucial para establecer una métrica cuantificable para el estudio de la transferencia de energía térmica en la nascente ciencia de la termodinámica.

El desarrollo crucial en la comprensión de la caloría ocurrió a mediados del siglo XIX con el trabajo pionero del físico inglés **James Prescott Joule**. Joule demostró experimentalmente la equivalencia mecánica del calor, estableciendo que el trabajo mecánico y el calor eran interconvertibles y que el calor era, de hecho, una forma de energía. Mediante sus famosos experimentos de "calorimetría", Joule cuantificó la cantidad de trabajo mecánico necesaria para producir una unidad de calor, refutando definitivamente la teoría del calórico y sentando las bases para redefinir la caloría no como una sustancia, sino como una cantidad específica de energía. A pesar de la redefinición conceptual que integró la caloría en el marco de la conservación de la energía, la unidad siguió siendo utilizada debido a su facilidad de aplicación en experimentos de calorimetría que involucraban agua y su utilidad práctica en la ingeniería.

La transición de la caloría de una unidad puramente física a una unidad biológica y nutricional se produjo gracias al trabajo del químico agrícola estadounidense **Wilbur Olin Atwater** a finales del siglo XIX. Atwater adaptó los principios de la calorimetría para medir la energía contenida en los alimentos y la energía gastada por el cuerpo humano. Sus investigaciones, utilizando un calorímetro de bomba y un calorímetro de respiración, permitieron establecer los valores energéticos estándar para los macronutrientes (proteínas, grasas y carbohidratos), sentando las bases del moderno sistema de etiquetado nutricional basado en el conteo de kilocalorías. Este fue el punto de inflexión que popularizó la kilocaloría como la medida de la "energía alimentaria", creando el puente entre la termodinámica y la fisiología humana.

### 3. La Caloría Termoquímica vs. La Caloría Nutricional

Existen múltiples definiciones técnicas de la caloría que históricamente han dependido de las condiciones experimentales bajo las cuales se mide el aumento de temperatura del agua, lo que ha requerido una estandarización rigurosa. Entre las más comunes en la física y la química se encuentra la **caloría termoquímica** (calth), que se define exactamente como 4.184 julios. Esta es la definición más aceptada en contextos científicos rigurosos, ya que proporciona un valor fijo e independiente de la temperatura específica del agua, resolviendo la ambigüedad de las definiciones anteriores que dependían de si el agua se calentaba de 14.5 °C a 15.5 °C o de otras temperaturas específicas. La caloría termoquímica es la base para las conversiones precisas al Sistema Internacional de Unidades (SI).

En contraste, la caloría utilizada en la nutrición, la **kilocaloría** (Caloría o kcal), se basa en la energía disponible para el cuerpo humano después de la digestión y el metabolismo. Esta energía se calcula utilizando el **Sistema Atwater**, que asigna factores de conversión promedio a los macronutrientes. Estos factores son: 4 kcal por gramo de carbohidratos, 4 kcal por gramo de proteínas y 9 kcal por gramo de grasas. Es fundamental entender que estos valores son aproximaciones que representan el calor fisiológico utilizable, y no el calor físico total liberado por la combustión completa del alimento en un calorímetro de bomba (la medición termoquímica). El alcohol etílico también recibe un factor de conversión, generalmente 7 kcal por gramo, lo que subraya la amplitud del sistema para cubrir todas las fuentes principales de energía dietética.

La discrepancia entre la medición termoquímica y la nutricional radica en que el cuerpo humano no es un sistema de combustión perfecto. El Sistema Atwater tiene en cuenta las pérdidas energéticas asociadas a la digestión, absorción y excreción, es decir, la energía que no está biodisponible. Por ejemplo, aunque un gramo de proteína puede liberar más de 5 kcal de energía bruta en un calorímetro, el cuerpo solo puede utilizar aproximadamente 4 kcal de esa energía debido a que la digestión no es completa y se pierden pequeñas cantidades de nitrógeno en la orina. Por lo tanto, la caloría nutricional es una medida de energía metabólica neta, que es más relevante para la fisiología humana que la energía bruta determinada por métodos estrictamente físicos.

#### 4. Metodología de Medición (Calorimetría)

La medición de la energía contenida en las sustancias, ya sean combustibles o alimentos, se realiza mediante la técnica de la **calorimetría**. El instrumento principal utilizado para determinar el contenido energético bruto de los alimentos es el **calorímetro de bomba**. Este dispositivo mide el calor liberado cuando una muestra de masa conocida se quema completamente en una atmósfera de oxígeno puro dentro de un recipiente sellado (la bomba), que a su vez está sumergido en un volumen conocido de agua. El aumento de temperatura del agua, que se mide con alta precisión, permite calcular la energía térmica total liberada por la muestra, proporcionando el valor de energía bruta del alimento.

El proceso de medición en el calorímetro de bomba es altamente preciso y se basa en el principio de que la energía liberada por la combustión es igual a la energía absorbida por el sistema circundante (agua y componentes del calorímetro). La fórmula clave utilizada es  $Q = mc\Delta T$ , donde Q es el calor liberado, m es la masa del agua, c es la capacidad calorífica específica del agua, y  $\Delta T$  es el cambio de temperatura. La calibración cuidadosa del calorímetro es esencial para determinar su capacidad calorífica intrínseca, asegurando que toda la energía liberada sea contabilizada. El resultado de esta medición es la energía termoquímica total, que luego se ajusta mediante los factores Atwater para obtener el valor nutricional.

Para medir el gasto energético del cuerpo humano en la investigación metabólica, se utilizan métodos de calorimetría biológica. La **calorimetría indirecta** es el método más común, que estima el gasto energético midiendo el consumo de oxígeno y la producción de dióxido de carbono. Dado que la oxidación de los macronutrientes en el cuerpo consume oxígeno y produce CO<sub>2</sub> en proporciones conocidas (cocientes respiratorios), es posible inferir la cantidad de energía (kilocalorías) que el cuerpo está quemando. Esta metodología es esencial para determinar la [Tasa Metabólica Basal](#) (TMB) y el gasto energético total de un individuo, proporcionando la base para las recomendaciones dietéticas personalizadas.

## 5. Importancia en Nutrición y Metabolismo

La caloría, en su forma de kilocaloría, es la métrica central de la ciencia de la nutrición y la fisiología. Sirve como el medio principal para cuantificar la energía que los alimentos proporcionan al cuerpo para mantener las funciones vitales (como la respiración, la circulación y la homeostasis), realizar actividad física y apoyar el crecimiento y la reparación celular. La ingesta calórica debe estar equilibrada con el gasto energético total del individuo para mantener un peso corporal estable, un concepto conocido como balance energético. Un superávit calórico crónico conduce al almacenamiento de energía, principalmente como tejido adiposo, mientras que un déficit calórico resulta en la movilización de reservas energéticas y la consiguiente pérdida de peso.

En el contexto del metabolismo, las kilocalorías son la moneda de cambio energética. El cuerpo convierte las calorías químicas de los macronutrientes en **trifosfato de adenosina (ATP)**, la molécula que impulsa casi todos los procesos celulares. Este proceso de conversión, conocido como metabolismo oxidativo, incluye la glucólisis, el ciclo de Krebs y la fosforilación oxidativa, y es altamente regulado por señales hormonales. La eficiencia con la que el cuerpo utiliza las calorías varía significativamente dependiendo del macronutriente; por ejemplo, el efecto termogénico de los alimentos (ETA), que es la energía gastada en digerir y procesar los nutrientes, es notablemente mayor para las proteínas que para las grasas, lo que influye en la energía neta disponible para el cuerpo.

La gestión de la ingesta calórica es crucial para la salud pública y el tratamiento de enfermedades crónicas relacionadas con el peso. El concepto de "balance energético" es fundamental para abordar la epidemia global de obesidad, donde la comprensión y el control de la ingesta de kilocalorías son esenciales para la intervención dietética. Además, en situaciones clínicas como la recuperación de cirugías, quemaduras o enfermedades catabólicas, la administración precisa de calorías es vital para garantizar el soporte nutricional adecuado y prevenir la desnutrición. Por lo tanto, la caloría no es solo una unidad de energía, sino un indicador vital de la suficiencia y adecuación de la dieta, influyendo directamente en la función hormonal, la composición corporal y la longevidad.

## 6. Conversión y Estandarización Internacional

La coexistencia de la caloría y el julio ha sido una fuente continua de confusión y un obstáculo para la estandarización científica internacional. Desde mediados del siglo XX, los organismos reguladores, incluyendo la [Conferencia General de Pesas y Medidas \(CGPM\)](#), han recomendado consistentemente el uso exclusivo del julio (J) para todas las mediciones de energía, trabajo y calor. Esto se debe a que el julio es una unidad derivada coherente dentro del Sistema Internacional (SI), definida en términos de unidades fundamentales como el kilogramo, el metro y el segundo, lo que elimina la ambigüedad inherente a las definiciones de la caloría basadas en la capacidad calorífica variable del agua.

A pesar de esta recomendación oficial, la transición ha sido lenta, especialmente en los Estados Unidos y en la industria alimentaria global, donde la familiaridad histórica con la caloría prevalece. En muchos países, el etiquetado nutricional moderno requiere la indicación de la energía tanto en kilocalorías (kcal) como en kilojulios (kJ). La conversión estándar utilizada es que 1 kcal es aproximadamente igual a 4.184 kJ (o 4184 J). Esta doble indicación busca educar al público sobre la unidad SI mientras se mantiene la familiaridad de la unidad tradicional, aunque perpetúa la necesidad de que los consumidores y profesionales manejen dos sistemas de medición simultáneamente, lo que puede introducir errores de cálculo o interpretación.

La necesidad de estandarización se hizo evidente en la física tras la Segunda Guerra Mundial, llevando a la adopción formal de la caloría termoquímica como 4.184 J, proporcionando una base física sólida. Sin embargo, en la nutrición, los factores Atwater (4-9-4) son los que definen el valor de la kilocaloría, y estos factores son, por naturaleza, aproximaciones biológicas y no conversiones físicas exactas. Esto significa que mientras que la física ha logrado una estandarización rigurosa para la transferencia de calor, la aplicación biológica de la caloría sigue dependiendo de convenciones empíricas específicas, destacando la tensión metodológica entre la precisión termodinámica y la relevancia fisiológica en la estimación de la energía metabolizable.

## 7. Críticas y Debates Actuales

Una de las principales críticas dirigidas al enfoque de la caloría en la nutrición es su naturaleza reduccionista, la cual simplifica excesivamente la complejidad de la interacción entre los alimentos y el organismo. Los críticos argumentan que centrarse exclusivamente en el conteo total de kilocalorías ignora factores cruciales como la calidad de los alimentos, la matriz alimentaria, el procesamiento, la saciedad, y cómo los diferentes macronutrientes afectan las respuestas hormonales y metabólicas. Por ejemplo, 100 kcal provenientes de fibra o proteína requieren más energía para ser procesadas y generan respuestas de saciedad más fuertes que 100 kcal de azúcares simples, lo que impacta dramáticamente en el balance energético a largo plazo, aunque el valor nominal sea idéntico. Este debate ha impulsado un cambio de enfoque en la investigación

nutricional hacia la densidad de nutrientes y los efectos metabólicos.

Otro debate significativo se centra en la precisión del **Sistema Atwater**. Aunque los factores 4-9-4 son convenientes y están regulados para el etiquetado a gran escala, la evidencia reciente sugiere que la energía neta disponible puede variar considerablemente entre individuos y tipos de alimentos. Factores como la microbiota intestinal (que fermenta nutrientes no digeribles), la variabilidad en la masticación y la cocción de los alimentos pueden alterar la digestibilidad y, por lo tanto, la cantidad real de energía extraída. Por ejemplo, estudios han demostrado que la energía extraída de las nueces puede ser significativamente menor que la predicha por el sistema Atwater debido a la dificultad de romper sus paredes celulares, lo que implica que el etiquetado calórico puede sobreestimar la energía real disponible para el consumidor.

Finalmente, existe una crítica persistente sobre la utilidad de la caloría como herramienta única de salud pública, argumentando que su omnipresencia en el etiquetado puede fomentar una relación disfuncional con la comida o desviar la atención de patrones dietéticos saludables en favor de la aritmética nutricional. Muchos expertos en salud pública y dietética abogan por un enfoque que priorice los alimentos integrales, la densidad de nutrientes y las señales de hambre y saciedad internas, en lugar de la estricta contabilidad calórica. A pesar de estas críticas, la caloría sigue siendo la unidad estándar indispensable para la investigación metabólica, la formulación de dietas clínicas y la regulación alimentaria, manteniendo su relevancia como el indicador fundamental de la energía potencial de los alimentos.

## Lecturas Adicionales

[Caloría \(Wikipedia\)](#)

[Sistema Internacional de Unidades \(SI\)](#)

[Food and Agriculture Organization \(FAO\) - Energy and Protein Requirements](#)