

NUTRICIÓN PARA EDUCADORES

Segunda edición

JOSÉ MATAIX VERDÚ
(Editor y autor general)

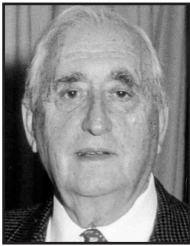
EMILIA CARAZO MARÍN
(Coautora)



Quiero recordar de una manera especial a varios profesores universitarios que a través de sus actividades profesionales específicas crearon y siguen creando escuelas de nutrición. Ellos han podido alcanzar lo que a la mayoría es vedado, ser maestros de maestros.



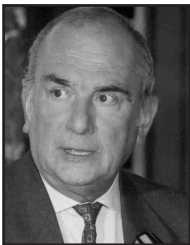
Profesor *Gregorio Varela Mosquera*, mi entrañable maestro, pionero y motor en la moderna nutrición española.



Profesor *Ángel Ballabriga Aguado*, maestro indiscutible de la nutrición pediátrica.



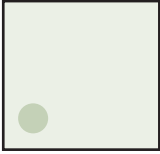
Profesor *Manuel Hernández Rodríguez*, eminente pediatra, investigador y docente al que le debemos la entrega de sus mejores capacidades a la nutrición humana.



Profesor *Manuel Serrano Ríos*, que tiene el gran mérito de encontrar siempre la mejor convergencia entre nutrición y enfermedad.

De todos ellos he querido aprender lo mejor, en lo humano y en lo científico.

José Mataix



Prólogo (Primera edición)

La nutrición comprende el conjunto de las relaciones entre el ser humano y los alimentos, es decir, tanto su utilización y asimilación por el hombre, como las actitudes, los comportamientos y las costumbres alimentarias. La dieta y las necesidades nutritivas están estrechamente relacionadas con la forma de vida de los individuos en su entorno natural. En cuanto a las exigencias nutritivas, el empleo de tablas que fijan normas en materia de necesidad de energía y de alimentos, pueden interpretarse de manera diversa. Por ejemplo, no hay duda de que si se proporciona a los niños, desde su más temprana edad, una dieta de alto contenido calórico y proteico, su peso y estatura progresarán muy rápidamente. Pero, el estado actual de nuestros conocimientos no permite asegurar que llegar a ser más alto y más grueso resulte más conveniente. De hecho, la dieta ideal debe proporcionar solo las cantidades indispensables de energía, lípidos y proteínas; en el caso de las vitaminas y los elementos minerales, no está demostrado que ingerir dosis muy superiores a la mínima produzca efectos favorables.

La alimentación insuficiente, es decir, la ingestión de una cantidad de alimentos inferior a las necesidades del organismo, produce subnutrición o desnutrición, que se manifiesta de forma crónica en las clases sociales más pobres o, de manera esporádica, durante las hambrunas como consecuencia de guerras, catástrofes naturales o condiciones bioclimáticas especialmente desfavorables. Por otra parte, la dieta puede ser deficitaria en nutrientes esenciales, como proteínas, aminoácidos, ácidos grasos, vitaminas, sales minerales y oligoelementos.

Los programas de lucha contra la malnutrición, que tienden a reducir las desigualdades en el consumo de proteína, deberían combatir, en particular, las relativas al volumen total de la dieta; como

esta es, ante todo, función de los ingresos, se trata entonces de reducir las disparidades de poder adquisitivo. La lucha contra la malnutrición, por tanto, forma parte de la lucha contra la pobreza.

La dieta “adecuada” para gozar de buena salud se basa en la información correcta acerca de la relación que existe entre la ingestión de ciertos alimentos (sobre todo, de cantidades excesivas de estos) y algunas enfermedades, como la arteriosclerosis, las afecciones cardiovasculares o ciertos tipos de cáncer. Pero también se funda en conjeturas en torno a los posibles efectos de los productos fitosanitarios, abonos o medicamentos. La preocupación por la estética aconseja a veces la eliminación de ciertos alimentos, guiada a menudo por criterios poco científicos. Los ritos, las tradiciones y las costumbres también inclinan al consumidor a optar entre diversos alimentos y preparaciones culinarias o, incluso, a abstenerse de consumir temporal o definitivamente algún alimento. También influye sobre la evolución de las dietas los cambios en el nivel de vida, la urbanización y la educación.

Aunque la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) estima que, a fines de los años 80, cerca de 780 millones de habitantes de los países en desarrollo carecían, en forma crónica, del aporte de calorías indispensables para llevar una vida sana y activa, se ha precisado que la producción alimenticia mundial era suficientemente amplia para suministrar la alimentación que el conjunto de la población mundial necesitaba. Así, en los países en desarrollo, el número de personas subalimentadas en forma crónica ha disminuido regularmente en el transcurso de los últimos veinte años: en estos países la proporción de subalimentados bajó de un 36% a un 20%. Sin embargo, una producción alimenticia mundial suficiente no significa una distribución igual de los alimentos. El progreso tampoco cubre algunas disparidades regionales. En África, la proporción de la población que sufre de malnutrición crónica no ha cambiado desde los años 70, pero debido al elevado crecimiento demográfico de la región (aproximadamente un 3% anual), el número de personas subalimentadas ha pasado de 100 millones en 1969-1971 a 168 millones en 1988-1990.

Hasta 1950, el aumento de la producción de alimentos se debía, sobre todo, a la extensión del área de cultivo. De 1950 a 1970, se produjo un notable incremento de los regadíos, del orden del 3% anual. Sin embargo, la ampliación de la superficie cultivable se presenta cada día más difícil y costosa. Entre los años 1980 y 2000,

el aumento medio de las áreas de riego en el mundo será solamente del 1% anual. Por otra parte, la erosión y salinización de los suelos, la desertificación y la urbanización en gran número de países reducen notablemente la superficie dedicada a la agricultura. Si la población de los países en desarrollo alcanza los 4.960 millones de personas en el año 2000, para mantener el volumen de producción agroalimentaria y el estado de nutrición de comienzos de los años ochenta, habría que aumentar esta producción en un 1,9% anual, entre 1980 y 2000, y en un 3% anual en África, donde el crecimiento demográfico es aún mayor. Esta tasa de incremento permitiría aproximarse a la dieta media de unas 2.700 kilocalorías (kcal) por persona y día, considerada adecuada.

Es importante aumentar la producción agrícola donde se encuentren los más necesitados, y también darles los medios para procurarse los alimentos necesarios, es decir, crear poder adquisitivo. La condición sine qua non para la mejora de la producción alimentaria es la realización de un continuo esfuerzo de investigación e innovación en todas las disciplinas agronómicas y zootécnicas. Este esfuerzo reduciría también la desconexión que existe entre los resultados de las investigaciones y su aplicación dentro del mundo campesino. También los estímulos de naturaleza económica deben animar a los agricultores a producir más, utilizando el mínimo de sustancias artificiales, gracias a un conocimiento correcto de las características del suelo, agua, semillas, etc. La “cientificación” de todo el proceso, no sólo devolverá a la agricultura la importancia crucial que tiene en el futuro del mundo en su conjunto, sino que evitará las generalizaciones actuales, tan costosas en términos ecológicos.

La cooperación internacional debería contribuir a disminuir la desigualdad alimentaria entre países y grupos de países, en un mundo caracterizado por una profunda interdependencia. Se necesita esta cooperación en el vasto dominio del conocimiento, pero también para pasar de este a la aplicación concreta, es decir, al aumento de la producción agrícola. También es necesaria para regir mejor las relaciones comerciales y organizar los mercados mundiales.

En estos aspectos de la vida humana, como la alimentación y la salud, tanto desde el punto de vista de la enseñanza —múltiples disciplinas de ciencias naturales y sociales— como del de la difusión de la información correspondiente a un público más amplio que el de la comunidad docente, conviene no solo exponer los datos cien-



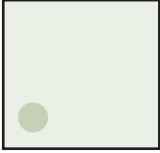
tíficos y técnicos pertinentes, sino también situarlos en el marco económico, social y cultural de las diversas poblaciones.

Este libro pretende poner a disposición de los enseñantes una documentación básica y actualizada, así como difundir entre el público más amplio interesantes informaciones referentes a la nutrición humana.

El autor, el Profesor José Mataix, cuenta no solo con la calidad y experiencia profesionales requeridas, sino con la capacidad pedagógica que una empresa de este tipo exige. Formar a los formadores es una actividad vitalicia, en la que todos somos a la vez maestros y aprendices.

Federico Mayor

Director General de la UNESCO



Prólogo (Segunda edición)

Es para mí un honor y un placer realizar el prólogo a la 2.^a edición del libro *Nutrición para Educadores* del que es autor el profesor José Mataix Verdú. Lo es por dos motivos, uno por ser su amigo desde hace 30 años, pero sobre todo porque es sin duda uno de los científicos que más ha contribuido al desarrollo de la nutrición y a su difusión en España.

Varios organismos de Naciones Unidas como OMS, FAO, UNICEF, son unánimes al considerar una estrategia prioritaria de divulgar los conocimientos sobre nutrición a la población. La OMS recomienda que una dieta saludable y un adecuado nivel de actividad física a lo largo del ciclo vital es la mejor garantía de un buen estado de salud y bienestar y considera que la formación en nutrición y salud de los educadores es primordial para la consecución de estos objetivos.

La escuela se convierte así en un lugar clave, sobre todo en el siglo XXI ya que la incorporación del niño cada vez más precozmente al sistema educativo y su permanencia en él más tiempo, facilita su formación en hábitos saludables en este periodo crítico de la vida, en el que tienen lugar los procesos de crecimiento, maduración y desarrollo biopsicosocial, que van a influir de forma determinante no, solo durante la niñez y adolescencia, sino también a lo largo de su vida adulta.

Pero, el libro *Nutrición para Educadores*, sale también del ámbito del educador entendido en sentido tradicional, constituyendo un arma educativa para todos aquellos profesionales que se dedican a la nutrición de manera más o menos exclusiva, pero que necesitan obligadamente —en este momento en que alimentación, salud y cultura es una exigencia en la calidad de vida— transmitir y crear actitudes alimentarias adecuadas y saludables.

El libro se estructura en capítulos muy bien secuenciados, con un lenguaje científico asequible, pero riguroso y preciso. Destaca en ellos la abundante y

bien seleccionada iconografía que facilita la comprensión del texto. Además, incorpora al final de cada capítulo un resumen con los aspectos más destacables del mismo y unas actividades, permiten la realización práctica de algunos contenidos.

El libro se inicia con dos capítulos sobre el concepto de nutrición, de los alimentos y nutrientes y de los mecanismos de digestión, absorción y utilización metabólica de los mismos. A continuación se dedican varios capítulos a una descripción exhaustiva de los macronutrientes y micronutrientes y componentes funcionales de los alimentos, que abarca desde su estructura química, sus efectos fisiopatológicos a las fuentes alimentarias. Le siguen otros capítulos dedicados a los grupos de alimentos también muy útiles, uno de ellos dedicado a las recomendaciones nutricionales, ingestas recomendadas y objetivos guías y pirámides nutricionales, que hacen posible la aplicación práctica de los conocimientos.

Los capítulos dedicados a la nutrición en situaciones fisiológicas aportan una completa y útil información de los aspectos comunes y diferenciados de cada etapa del ciclo humano desde la nutrición de la mujer embarazada y del niño hasta la del anciano. Los dedicados a patologías nutricionales se relacionan con las principales causas de morbimortalidad en los países desarrollados y son de gran interés. Es de destacar el compromiso personal y profesional del profesor Mataix con su tiempo, como se evidencia en su profunda reflexión en el capítulo dedicado a la malnutrición y las consecuencias tan negativas para la humanidad, que culmina con una llamada a la acción y a la solidaridad.

El capítulo de la valoración del estado nutricional permite a educadores y educandos comprender y poner en práctica algunos precedimientos y técnicas descriptos. El capítulo final está dedicado a la higiene alimentaria y ofrece un equilibrio muy de agradecer entre aspectos sanitarios, tecnológicos y aquellos más prácticos, como es la conservación y preparación culinaria de los alimentos, que facilitan la tarea de enseñar.

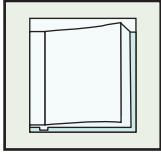
En conclusión, el libro *Nutrición para Educadores* del profesor Mataix permite adquirir una buena formación básica en nutrición y una exitosa transmisión de los conocimientos a la población en general y a los niños en particular.

Su larga y fructífera experiencia de investigador y publicista, con una acreditada capacidad de comunicación, hace que le demos la más calurosa bienvenida a esta segunda edición corregida y aumentada, a la que auguramos un gran éxito.

Rafael Tojo

Catedrático de Pediatría.

Facultad de Medicina de Santiago de Compostela



Índice de contenidos

Capítulo 1 •• NUTRICIÓN. CONCEPTOS Y OBJETIVOS (J. Mataix y E. Carazo)	1
Introducción	1
Organización corporal en relación con la nutrición	2
Aporte de energía	3
Formación de estructuras	10
Regulación de los procesos metabólicos	17
Capítulo 2 •• NUTRIENTES. VISIÓN GENERAL (J. Mataix y E. Carazo) .	21
Concepto de nutriente	21
Utilización digestiva de los nutrientes	22
Utilización metabólica de los nutrientes	35
Excreción	38
Capítulo 3 •• HIDRATOS DE CARBONO (J. Mataix)	41
Clasificación, estructura química y funciones de los hidratos de carbono	41
Hidratos de carbono glucémicos	42
Hidratos de carbono no glucémicos (fibra alimentaria)	47
Digestión de los hidratos de carbono glucémicos	50
Metabolismo de los hidratos de carbono glucémicos	53
Efectos fisiopatológicos de los hidratos de carbono glucémicos	57
Recomendaciones nutricionales de los hidratos de carbono	57
Fuentes alimentarias de los hidratos de carbono	58
Capítulo 4 •• LÍPIDOS (J. Mataix)	61
Clasificación y estructura química de los lípidos	61
Funciones de los lípidos	71

Digestión de los lípidos	73
Transporte y distribución de los lípidos	77
Metabolismo de los lípidos	78
Efectos fisiopatológicos de los lípidos	82
Recomendaciones nutricionales de los lípidos	88
Fuentes alimentarias de lípidos	89
Capítulo 5 •• PROTEÍNAS (J. Mataix)	93
Estructura química de las proteínas y clasificación de los aminoácidos	93
Funciones de los aminoácidos y de las proteínas	96
Digestión de las proteínas	99
Metabolismo de las proteínas	101
Integración del metabolismo de los macronutrientes	103
Calidad de la proteína de la dieta	104
Efectos fisiopatológicos de las proteínas	110
Recomendaciones nutricionales de las proteínas	110
Fuentes alimentarias de las proteínas	113
Capítulo 6.I •• VITAMINAS I. VISIÓN GENERAL (J. Mataix y E. Carazo)	117
Estructura, clasificación y aporte alimentario	117
Funciones	121
Digestión y absorción	122
Metabolismo	122
Efectos fisiopatológicos	122
Ingestas recomendadas	126
Capítulo 6.II •• VITAMINAS II. VISIÓN ESPECÍFICA (J. Mataix)	127
Vitaminas que actúan como coenzimas en el metabolismo	128
Vitaminas y proliferación celular	132
Vitaminas antioxidantes	134
Vitamina D y metabolismo del calcio	141
Vitamina K y coagulación sanguínea	144
Capítulo 7.I •• MINERALES I. VISIÓN GENERAL (J. Mataix y E. Carazo) .	149
Estructura química, clasificación y aporte alimentario	149
Funciones	154
Digestión, absorción y excreción	157
Metabolismo	159

Efectos fisiopatológicos	160
Ingestas recomendadas	160
Capítulo 7.II •• MINERALES II. VISIÓN ESPECÍFICA (J. Mataix)	163
Calcio	163
Magnesio	171
Hierro	173
Zinc	177
Capítulo 8 •• AGUA (J. Mataix y E. Carazo)	183
Contenido corporal y aporte alimentario	183
Funciones	185
Digestión	186
Metabolismo	186
Efectos fisiopatológicos	189
Requerimientos y necesidades nutricionales	190
Bebidas	190
Capítulo 9 •• ALIMENTOS HIDROCARBONADOS (J. Mataix y E. Carazo)	201
Grupo de los cereales y derivados	201
Azúcar	223
Productos de pastelería y confitería	224
Efectos de los procesos tecnológicos industriales y culinarios sobre el valor nutricional de los alimentos. Visión general	226
Capítulo 10 •• HORTALIZAS, VERDURAS Y FRUTAS (J. Mataix y E. Carazo)	231
Valor nutricional	231
Hortalizas y verduras	232
Frutas	239
Frecuencia de consumo de hortalizas, frutas y verduras	241
Valor nutricional de la patata	241
Evolución del consumo de patatas, verduras, hortalizas y frutas ...	243
Otros tubérculos y raíces almidonáceas.	244
Productos alimenticios derivados de las frutas	245
Métodos culinarios. Cocción	245
Capítulo 11 •• LECHE Y DERIVADOS LÁCTEOS (J. Mataix y E. Carazo)	247
Leche de vaca	247

Derivados lácteos	256
Evolución del consumo de leche y productos lácteos	265
Capítulo 12.I •• ALIMENTOS PROTEICOS DE ORIGEN ANIMAL	
(J. Mataix y E. Carazo)	269
Introducción	269
Carnes, derivados cárnicos y pescados	270
Huevos	276
Recomendaciones alimenticias	278
Métodos culinarios o industriales	280
Capítulo 12.II •• ALIMENTOS PROTEICOS DE ORIGEN VEGETAL	
(J. Mataix)	283
Leguminosas	283
Frutos secos	296
Recomendaciones alimenticias	300
Evolución del consumo de alimentos proteicos	230
Capítulo 13 •• GRASAS Y ACEITES (J. Mataix y E. Carazo)	305
Introducción	305
Alimentos ricos en grasa saturada	306
Alimentos ricos en grasa insaturada	309
Recomendaciones alimenticias respecto al consumo de grasas y aceites	320
Evolución del consumo de grasas y aceites	321
Procesos culinarios	323
Capítulo 14 •• ALIMENTOS FUNCIONALES (J. Mataix)	327
Concepto	327
Condiciones generales que debe cumplir un alimento funcional	328
Objetivos de los alimentos funcionales en Europa	329
Alimentos y componentes alimentarios de importancia actual en el mundo de los alimentos funcionales	331
Capítulo 15 •• REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES, INGESTAS RECOMENDADAS Y OBJETIVOS NUTRICIONALES	
(J. Mataix y E. Carazo)	345
Requerimientos nutricionales	345
Ingestas recomendadas de nutrientes	346

Límite máximo tolerable de ingesta de nutrientes	356
Objetivos nutricionales	357
Evolución de las ingestas recomendadas de nutrientes en España ..	361
Guías alimentarias. La pirámide alimentaria	361
Valor nutricional de la ingesta de alimentos	364
Restauración colectiva	368
Capítulo 16.I •• NUTRICIÓN EN SITUACIONES FISIOLÓGICAS I.	
LACTANTE Y NIÑEZ (J. Mataix)	373
Nutrición del lactante	373
Nutrición en la niñez	401
Capítulo 16.II •• NUTRICIÓN EN SITUACIONES FISIOLÓGICAS II.	
GESTACIÓN, LACTACIÓN, ADOLESCENCIA Y VEJEZ	
(J. Mataix y E. Carazo)	415
Nutrición y gestación	415
Nutrición y lactación	426
Nutrición en gestación y lactación en la adolescencia	429
Nutrición y adolescencia	429
Nutrición y vejez	436
Capítulo 17 •• ESTRÉS OXIDATIVO (J. Mataix)	449
Introducción	449
Metabolismo energético	449
Oxidación celular	452
Capítulo 18 •• NUTRICIÓN EN SITUACIONES PATOLÓGICAS	
(J. Mataix)	465
Caries dental	466
Maladigestión de hidratos de carbono	471
Enfermedad celíaca	480
Diarrea aguda	483
Estreñimiento	486
Alergia a proteínas alimentarias	491
Obesidad	492
Diabetes mellitus	512
Enfermedad cardiovascular	520
Hipertensión arterial	536
Hiperuricemia y gota úrica	548
Osteoporosis	555

Capítulo 19 •• LA LECCIÓN PENDIENTE: MALNUTRICIÓN (J. Mataix y E. Carazo)	571
Conceptos	571
Riqueza y pobreza en el mundo de todos	572
Hipernutrición	574
Subnutrición	575
La solidaridad a través de la alimentación	584
Capítulo 20 •• VALORACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL (J. Mataix) .	591
Concepto	591
Determinación de la composición corporal	592
Determinación de la ingesta de nutrientes	602
Evaluación bioquímica del estado nutricional	607
Evaluación clínica del estado nutricional	613
Capítulo 21 •• HIGIENE ALIMENTARIA (J. Mataix y E. Carazo)	617
Concepto de higiene alimentaria	617
Alteración de los alimentos	619
Contaminación de los alimentos	623
Enfermedades más frecuentes producidas por el consumo de alimentos contaminados	629
Adquisición de alimentos	641
Conservación de los alimentos	649
Preparación culinaria de alimentos	653
ANEXO: Tablas de riqueza en componentes y nutrientes de alimentos ..	659
GLOSARIO	685
ÍNDICE ANALÍTICO	723



Nutrición: Conceptos y objetivos

JOSÉ MATAIX VERDÚ
EMILIA CARAZO MARÍN

INTRODUCCIÓN

ORGANIZACIÓN CORPORAL EN RELACIÓN CON LA NUTRICIÓN

APORTE DE ENERGÍA

Obtención de energía por el organismo

El gasto energético y sus componentes

Metabolismo basal

Concepto

Determinación del metabolismo basal

Gasto energético por actividad física

Relación cuantitativa entre metabolismo basal y gasto energético por actividad física

Efecto térmico de los alimentos

Determinación del gasto energético total

FORMACIÓN DE ESTRUCTURAS

Agua

Proteínas

Lípidos

Grasa

Fosfolípidos y colesterol

Minerales

REGULACIÓN DE LOS PROCESOS METABÓLICOS

INTRODUCCIÓN

Nutrición es la ciencia que comprende todos aquellos procesos mediante los cuales el organismo recibe y utiliza unos compuestos, denominados *nutrientes* (hidratos de carbono, lípidos, proteínas, vitaminas y minerales), los cuales se encuentran formando parte de los *alimentos*.

Los *objetivos* de la nutrición son:

- Aporte de la *energía* necesaria para poder llevar a cabo todas las funciones vitales.



- b) Formación y mantenimiento de *estructuras* desde el nivel celular al máximo grado de composición corporal.
- c) *Regulación* de los procesos metabólicos para que todo se desarrolle de una manera armónica.

Ahora bien, el suministro de nutrientes debe realizarse en unas cantidades tales que se consigan las siguientes finalidades:

- Evitar la deficiencia de nutrientes.
- Evitar excesos de nutrientes.
- Mantener el peso adecuado.
- Impedir la aparición de enfermedades relacionadas con la nutrición.

ORGANIZACIÓN CORPORAL EN RELACIÓN CON LA NUTRICIÓN

No se puede olvidar que el funcionamiento del organismo en su conjunto es la resultante de los distintos sistemas y órganos, y esa funcionalidad es posible gracias a diversos procesos metabólicos celulares. A su vez, los procesos metabólicos implican la utilización de los nutrientes ingeridos y la eliminación de los productos de desecho, consecuencia de la citada utilización. En el fondo, la vida es posible gracias a la nutrición.

Por lo dicho anteriormente, se puede contemplar el cuerpo humano organizado en distintos sistemas (*Figura 1.1*) relacionándolos con aspectos nutricionales.

El *sistema digestivo* (tubo digestivo y glándulas anejas: salivales, hígado, vesícula biliar y páncreas) incluye las estructuras encargadas de *preparar los nutrientes* para que puedan ser absorbidos en el organismo.

El *sistema circulatorio* es el responsable de la *distribución de los nutrientes* al resto del organismo, incluido el mismo, y de la recogida y transporte de los productos de desecho metabólico, a los sistemas de excreción, respiratorio, renal e hígado.

El *sistema linfático* transporta gran parte de las grasas absorbidas hacia el torrente circulatorio.

El *sistema respiratorio* permite la captación de oxígeno necesario para el proceso de oxidación celular fundamental para la obtención de energía y la eliminación del dióxido de carbono (CO₂), producto de desecho del metabolismo celular.

El *sistema renal*, el *hígado* y el *sistema respiratorio* se encargan de la *excreción* de los productos resultantes del catabolismo. A través del sistema respiratorio se eliminan las

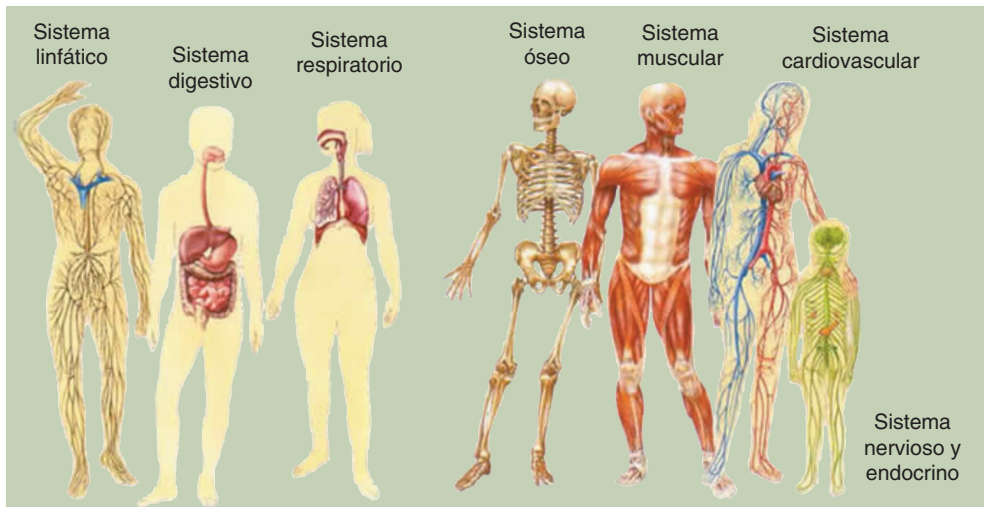


Figura 1.1. Organización anatómica y localización de los distintos aparatos y sistemas del cuerpo humano.

sustancias gaseosas, especialmente el dióxido de carbono (CO_2), acabado de mencionar; a través del sistema renal, los compuestos hidrosolubles disueltos en orina; y a través del hígado, los liposolubles disueltos en la bilis y excretados por las heces.

El *sistema inmunitario* se encarga de la defensa del organismo frente a cualquier agente extraño, tanto externo (virus, bacteria, etc.) como interno (células cancerosas).

El *sistema endocrino* (hipotálamo-hipófisis, páncreas endocrino, cápsulas suprarrenales, tiroides, etc.), regula los procesos metabólicos de utilización de nutrientes.

El *sistema nervioso* se puede considerar el regulador máximo de los distintos sistemas, especialmente junto al sistema endocrino (sistema neuroendocrino).

APORTE DE ENERGÍA

Obtención de energía por el organismo

El organismo humano obtiene la energía a partir de determinados nutrientes, concretamente de hidratos de carbono, grasa y proteínas (macronutrientes), que se encuentran en distintos alimentos, en mayor o menor riqueza.

Ahora bien, el organismo utiliza distintos tipos de energía para llevar a cabo los diversos trabajos que realiza. Así, el sistema nervioso funciona a través de *energía eléctrica*; el músculo, de *energía mecánica*; los procesos biosintéticos de formación

de moléculas son posibles gracias a *energía química*, y asimismo, el cuerpo requiere un cierto grado de calor que se consigue por producción de *energía térmica*.

Estos distintos tipos de energía los produce el organismo a partir de la energía química contenida en los enlaces de las moléculas constituyentes de hidratos de carbono, grasa y proteína, a través de complejas reacciones de oxidación con intervención del oxígeno del aire que respiramos. Lógicamente las citadas reacciones se van a producir en todas y cada una de las células del organismo.

El ATP (adenosín trifosfato) constituye un compuesto común, formado en todas las células, a partir del cual se obtienen las distintas energías, que los diversos sistemas y órganos necesitan específicamente (*Figura 1.2*).

El valor calórico de los nutrientes y por tanto de los alimentos que los contienen se ha expresado, y aún se hace así, en términos de *kilocalorías* (kcal), pero en la actualidad, y sobre todo en el futuro, habrá que indicarlo en *kilojulios* (kJ). La equivalencia entre ambas unidades es la siguiente:

$$1 \text{ kcal} = 4,2 \text{ kJ}$$

$$1 \text{ kJ} = 0,24 \text{ kcal}$$

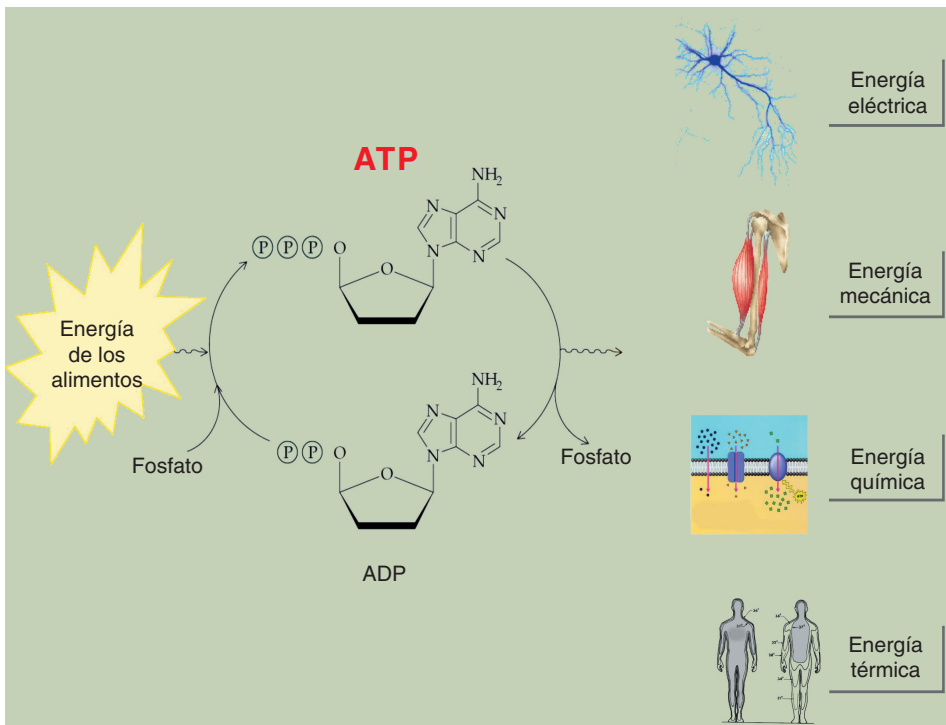


Figura 1.2. Almacenamiento y utilización de la energía procedente de los nutrientes.

Kcal también se expresa como Caloría (Cal) (caloría grande), siendo igual a 1.000 calorías (cal) (caloría pequeña).

El hecho del cambio a la unidad kJ es porque en realidad la energía de los alimentos se utiliza para ejecutar un trabajo, aunque el cálculo se haga en términos de determinación de calor.

No todos los nutrientes poseen el mismo *valor energético*, siendo este el siguiente:

1 g de hidratos de carbono 4 kcal (16,8 kJ).
 1 g de proteínas 4 kcal (16,8 kJ).
 1 g de grasa 9 kcal (37,8 kJ).

Por ello, el valor calórico de un alimento en concreto o un plato determinado será consecuencia del contenido en macronutrientes del alimento o plato indicado. Por ejemplo, “Leche con cacao y tostada de aceite”, que se recoge en la *Tabla 1.1*.

El gasto energético y sus componentes

La cantidad de energía que el organismo utiliza diariamente satisface tres, digamos, necesidades:

- a) Metabolismo basal.
- b) Actividad física.
- c) Efecto térmico de los alimentos.

Metabolismo basal

Concepto

El *metabolismo basal* es la cantidad de energía mínima necesaria para mantener las funciones vitales del organismo en reposo, como son el proceso respiratorio, cardíaco, renal, hepático, muscular, nervioso, etc., que no pueden paralizarse en ningún momento del día. Sería prácticamente equivalente al gasto energético que se tiene

Tabla 1.1. Ejemplo del valor energético de un desayuno tipo en función del contenido en macronutrientes.

	Ración (g)	Proteína (g)	Grasa (g)	Carbohidratos (g)	Energía (kcal)
Pan	60	4,7	0,6	34,8	163,4
Aceite	15	---	15,0	---	135
Leche	200	6,6	7,4	10,0	133
Cacao en polvo	10	1,0	0,8	6,7	38
TOTAL		12,3	23,8	51,5	469,4



durante el sueño tranquilo. Un símil puede encontrarse en un coche con su motor en marcha, pero no en movimiento.

Las cuatro *características más destacables* del metabolismo basal son:

- a) Es mayor en el hombre medio respecto a la mujer media, como se puede observar en la **Tabla 1.2**, debido a una mayor cantidad de masa celular activa (obtenida al restar de la masa celular la grasa corporal).
- b) Disminuye a medida que aumenta la edad. Ambos fenómenos se explican porque tanto en la mujer respecto al hombre, como en el individuo de edad avanzada respecto al adulto joven, la cantidad de grasa corporal aumenta respecto al conjunto total corporal. Ese tejido adiposo es metabólicamente menos activo que los otros tejidos, pero sin embargo contribuye al peso y a la superficie, que son las unidades en que se expresa el metabolismo basal, de igual modo que los otros tejidos metabólicamente más activos.
- c) Alcanza los valores más elevados durante los periodos de rápido crecimiento e intenso metabolismo, principalmente en el primer y segundo año de vida, y asimismo en años prepuberales, donde también hay un acelerado crecimiento.
- d) Aunque, como se ve en la **Tabla 1.2**, el metabolismo basal a determinada edad y sexo varía dentro de amplios márgenes, cada individuo en particular tiene un metabolismo basal prácticamente *constante*. Esto es lógico, puesto que ese gasto energético es la suma de los gastos de los distintos órganos cuando se está

Tabla 1.2. Rangos de la tasa de metabolismo basal expresados en función de la superficie corporal (kcal/m²/ hora) y en función de la edad y el sexo.

Edad (años)	♂	Kcal/m ² /h	♀
3	60.1		54.5
5	56.3		53.0
7	52.3		49.7
9	49.5		46.2
11	46.5		44.1
13	44.5		40.5
16	42.9		37.7
19	40.1		35.4
22	39.2		35.2
30	37.6		35.0
40	36.5		34.3
50	36.0		32.4
60	34.8		32.4
70	33.1		31.3

en reposo. Si no fuera constante, y presentara variaciones diarias, nos estaría indicando que cada día los órganos funcionan a distinta “velocidad” en reposo, y no es fisiológico. Estaríamos ante alguna alteración patológica.

Determinación del metabolismo basal

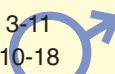

En la **Tabla 1.3** se muestra las ecuaciones que la FAO/OMS propone para la determinación del denominado gasto energético de reposo (GER), que se puede considerar equivalente al metabolismo basal a efectos prácticos. La diferencia es que el GER incluye el metabolismo basal y el llamado “efecto térmico de los alimentos”, que se explica posteriormente.

Actividad física

Otra gran parte del consumo energético se destina a la actividad física que el individuo realiza a lo largo del día. Obviamente, a mayor actividad física, mayor será la necesidad de energía y viceversa.

Vale la pena destacar que el gasto energético que implica el trabajo intelectual no requiere una cantidad extra respecto a lo indicado para el sueño, o lo que es lo mismo,

Tabla 1.3. Ecuaciones para el cálculo del gasto energético de reposo (GER).

Sexo y rango de edad	Ecuación para el cálculo del GER	R ^b	SD ^b
0-3	$(61.0 \times p) - 50$	0.97	61
3-11 	$(22.5 \times p) + 499$	0.85	63
10-18	$(12.2 \times p) + 716$	0.75	117
18-30	$(14.7 \times p + 496$	0.72	121
30-60	$(8.7 \times p) + 829$	0.70	108
>60	$(10.5 \times p) + 596$	0.74	108
0-3	$(60.9 \times p) - 50$	0.97	53
3-11 	$(22.7 \times p) + 499$	0.86	62
10-18	$(17.5 \times p) + 716$	0.90	100
18-30	$(17.5 \times p) + 496$	0.65	151
30-60	$(11.6 \times p) + 829$	0.60	164
>60	$(13.5 \times p) + 596$	0.79	148

a. FAO/WHO/ONU. Expert Consultation Report (1989). Energy and Protein Requirement, *Technical Report Series*, 724; Ginebra: WHO.

b. Coeficiente de correlación (R) de valores del metabolismo basal y desviaciones estándar (SD)

p. Peso corporal

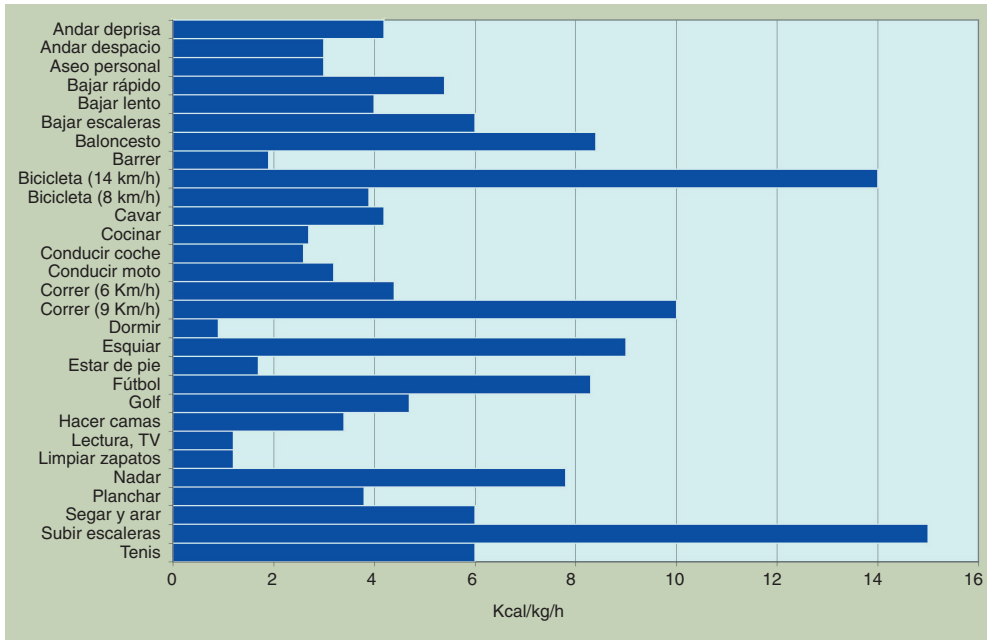


Figura 1.3. Gastos energéticos de distintas actividades cotidianas.

se gasta prácticamente igual cuando llevamos a cabo un gran esfuerzo intelectual, como es la preparación de una clase o la de un examen, que cuando se está durmiendo.

A diferencia del metabolismo basal, el gasto energético que conlleva la actividad física es variable y además puede manejarse voluntariamente. Así, según la velocidad a la que se corre se gastará más o menos energía, o si se suben escaleras el consumo energético es mayor que si se utiliza un ascensor o una escalera mecánica (*Figura 1.3*).

Relación cuantitativa entre metabolismo basal y gasto energético por actividad física

En la *Figura 1.4* se han globalizado los gastos energéticos de un hombre y una mujer que se consideran tipo, indicando qué cantidad de energía se consume en 8 horas de trabajo profesional, 8 horas de actividad no ocupacional u ocio y 8 horas de sueño. De estas cifras medias destacan los siguientes aspectos generales:

- La energía requerida durante la actividad no ocupacional, o sea, la llevada a cabo fuera de la jornada laboral, es muy variable, Así, por ejemplo, si un individuo hace deporte, en esas horas gastará una cantidad de energía distinta de la que ocupa gran parte de su tiempo libre viendo la televisión y/o leyendo.
- La mujer media necesita menos energía que el hombre medio, no solo por un menor metabolismo basal, como ya se ha indicado, sino porque la actividad

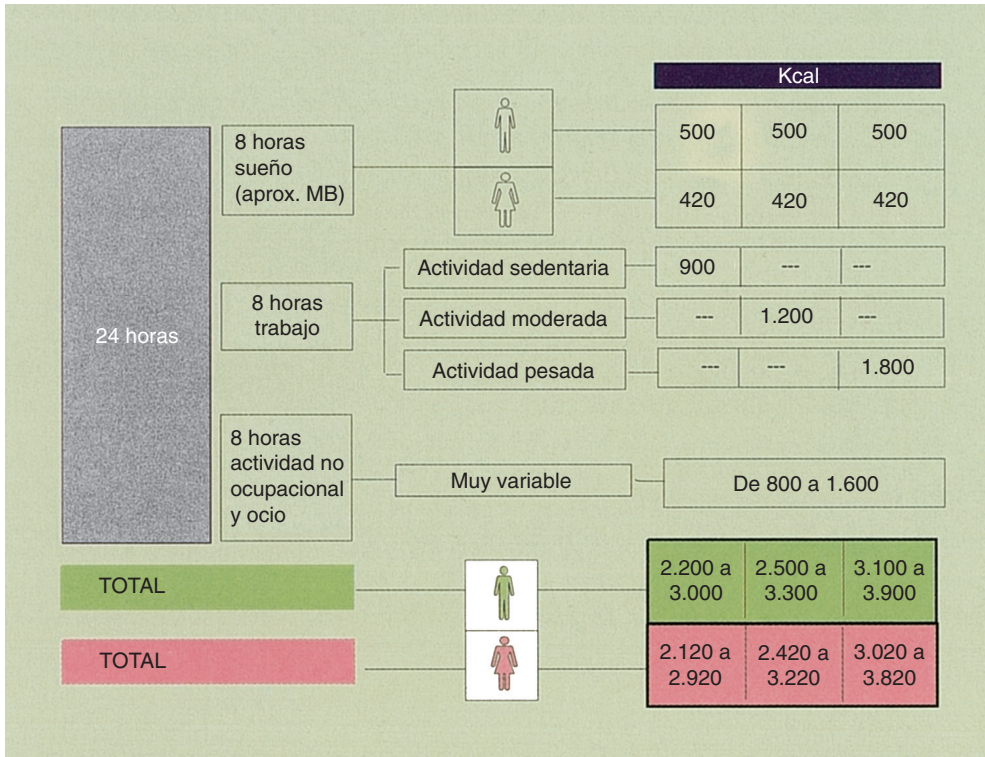


Figura 1.4. Ejemplo general del cálculo de las necesidades calóricas de un individuo tipo, teniendo en cuenta el metabolismo basal y la actividad diaria tanto ocupacional como no ocupacional y de ocio.

media laboral es normalmente menos intensa que la del hombre. Como es fácil de entender, esto es distinto en muchas ocasiones concretas, y con la incorporación de la mujer, cada día en mayor medida, en tareas tradicionalmente masculinas, en muchos casos altamente mecanizadas, las diferencias son cada vez menores.

- c) El metabolismo basal en la mujer suele superar a la energía necesaria para su actividad, aspecto sobre el que vale la pena reflexionar, porque se puede tener una idea de que cualquier actividad física conlleva un gasto enorme comparado con el funcionalismo “saliente” pero continuo de los distintos órganos y estructuras del organismo.

En valores medios, una mujer presenta un gasto energético diario de unas 2.000 kcal, lo que a su vez se desglosaría en unas 1.200 kcal para metabolismo basal y el resto, de 800 kcal a 1.000 kcal, para la actividad física que desarrolla, que es por tanto menor que aquella fracción. En el caso del hombre se puede hablar de un gasto energético medio entre 2.500 y 3.000 kcal con un valor superior de metabolismo basal.

Efecto térmico de los alimentos

Otro componente del gasto energético total es el “afecto térmico de los alimentos”, citado anteriormente, denominado anteriormente *acción dinámica específica*, y comprende el gasto energético correspondiente a la digestión de los alimentos y a la absorción y metabolismo de los nutrientes. En tal caso la proteína es la que presenta un mayor efecto térmico o termogénico, seguida de los hidratos de carbono, que representan los valores más reducidos.

Determinación del gasto energético total

La determinación del gasto energético total, es decir, la suma de los tres gastos estudiados previamente, metabolismo basal, gasto energético por actividad física y efecto térmico de los alimentos, se lleva a cabo de la siguiente manera:

- a) Cálculo del gasto energético en reposo (GER) según las ecuaciones indicadas en la **Tabla 1.3**. El valor que se obtenga es el GER correspondiente a 24 horas.
- b) Cálculo del gasto energético total, según las fórmulas indicadas en la **Tabla 1.4**. Como se puede observar, a mayor intensidad de actividad física, más elevado es el factor por el que hay que multiplicar el GER.

Para este cálculo del gasto energético total, hay que tener en cuenta el distinto tiempo que se utiliza en las diversas tareas y actividades a lo largo del día. Por ejemplo, si un individuo escribe a máquina o en ordenador durante 5 horas, habrá que calcular a partir del GER de 24 horas, lo que corresponde a 5 horas. El valor así obtenido se multiplicará por 1,5. Del mismo modo se operará con otras actividades hasta completar las 24 horas.

En la **Tabla 1.5** se pone un ejemplo de cálculo, para entender la forma de hacerlo.

FORMACIÓN DE ESTRUCTURAS

En la **Figura 1.5** se ha representado la composición del cuerpo humano, destacando los siguientes componentes: agua, proteínas, lípidos y minerales.

Agua

Representa el componente mayoritario del cuerpo, encontrándose en la sangre, linfa, en las células y en todo el espacio intersticial, es decir, el que existe fuera de las células y del sistema circulatorio (sangre y linfa). En realidad, el organismo humano necesita el agua para todas sus funciones, al ser el componente que permite la disolución de la mayor parte de las sustancias del organismo, así como gran parte de reacciones de hidrólisis que ocurren en él.