



**CEU**

*Universidad  
San Pablo*

**Facultad de Farmacia**

# **Hambre y malnutrición... cuando hay pan para todos. Paradojas de la nutrición**

---

**Elena Alonso Aperte**

Catedrática de Nutrición y Bromatología

Festividad de la Inmaculada Concepción

Diciembre 2019



**CEU** | *Ediciones*

# **Hambre y malnutrición... cuando hay pan para todos. Paradojas de la nutrición**

---

**Elena Alonso Aperte**  
**Catedrática de Nutrición y Bromatología**  
Festividad de la Inmaculada Concepción  
Diciembre de 2019

**Facultad de Farmacia**  
**Universidad CEU San Pablo**

## **Hambre y malnutrición... cuando hay pan para todos. Paradojas de la nutrición**

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, [www.cedro.org](http://www.cedro.org)) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

© 2019, Elena Alonso Aperte  
© 2019, Fundación Universitaria San Pablo CEU

CEU *Ediciones*  
Julián Romea 18, 28003 Madrid  
Teléfono: 91 514 05 73, fax: 91 514 04 30  
Correo electrónico: [ceuediciones@ceu.es](mailto:ceuediciones@ceu.es)  
[www.ceuediciones.es](http://www.ceuediciones.es)

Maquetación: Pedro Coronado Jiménez (CEU Ediciones)

Depósito legal: M-38456-2019

«También entre los pucheros anda El Señor»  
Santa Teresa de Jesús

## El Hambre como motor de la evolución

Es un honor para mí encontrarme hoy ante ustedes en tan magnífica celebración de la Patrona de nuestra Facultad y, por ello, he sentido una enorme responsabilidad a la hora de preparar esta Lección Magistral. Tras un largo periodo de zozobra comprendí, afortunadamente, que no podía hablar más allá de aquello que yo he vivido y, sobretodo, de lo mucho que he aprendido de los Maestros. He aquí una visión del hambre y la malnutrición, paradojas de la nutrición... cuando hay pan para todos.

Buscaba la inspiración y el hilar de las palabras cuando me remonté a otro tiempo y a otras aulas, a las de una Facultad de Farmacia algo mayor en tamaño y trayectoria, pero muy próxima a la nuestra. Allí estaba **El Maestro, El Mayor**, con chaqueta de tweed, pequeño en tamaño pero grande en saber, quien, sin ayuda de ningún dispositivo electrónico, pizarra o ingenio tecnológico y con la única fuerza de su palabra y su entusiasmo, impartía su lección. Paradigma de la Lección Magistral, el tema versaba sobre la evolución humana, vista desde el punto de vista nutricional.

Todo empezaba con una primera y sabrosa sopa caliente, el **caldo de Hoparin y Haldane**. Al principio de los tiempos, el paisaje que nuestro planeta presentaba se limitaba a una corteza rocosa, un gran océano con multitud de sales e iones disueltos y una atmósfera reductora en la que eran mayoritarios el hidrogeno, el metano, el amoniaco y el vapor de agua. De acuerdo con la teoría de **Aleksandr Oparin** y **John Burdon Sanderson Haldane**, postulada a principios del siglo xx y demostrada experimentalmente por **Stanley Miller**, a mediados del mismo, la

vida se formaría a partir de los materiales existentes en el llamado caldo caliente, cocinados lentamente y condimentados con radiación ultravioleta y energía eléctrica. Gracias a esas condiciones favorables y a un sinfín de reacciones espontáneas, se produce la síntesis abiótica de las moléculas orgánicas esenciales para la vida: glucosa, aminoácidos, ácidos grasos y ácidos nucleicos. Estas moléculas se fueron concentrando paulatinamente en el océano, quedando en algunas ocasiones aisladas o confinadas en pequeños pocillos, que se compartimentalizaron con membranas primitivas. A partir de aquí, el incremento en la rapidez y eficacia de las reacciones gracias a la catálisis enzimática, la organización de las reacciones en rutas metabólicas y la capacidad de reproducirse, gracias a los ácidos nucleicos, acabó dando lugar a la aparición de la sustancia viva en un mundo inorgánico. Pocillos con «caldo» muy concentrado, coacervados, precélulas, células... la vida comenzaba.

Las primeras células tomaban para su desarrollo los mismos elementos a partir de los cuales se formaron. De esta manera, los elementos se convirtieron en nutrientes, apareciendo la primera manifestación de nutrición. Las células tenían muy a mano los nutrientes con los que podían crecer y obtener la energía: era tan fácil la vida que el crecimiento fue grandísimo. No obstante, a medida que las células fueron absorbiendo y utilizando estos nutrientes, el ritmo de utilización global de los mismos llegaría a ser mayor que el de su nueva formación a partir de los elementos más sencillos, produciéndose un agotamiento progresivo de nutrientes. Ello iba a significar, por primera vez, una escasez de nutrientes en la historia evolutiva, **la primera hambruna**. La situación exigía una solución adaptativa.

De la primera hambruna la vida se sobrepuso creando dos nuevos sistemas de alimentación: el autotrofismo y el heterotrofismo. Los seres vivos que protagonizaron el primer sistema, vegetales y bacterias, forman nuevos nutrientes a partir de sustancias inorgánicas mediante fotosíntesis o quimiosíntesis. El heterotrofismo, adoptado por los animales, no trata de formar nuevos nutrientes, sino que los toma de otros seres vivos. Se desencadena así una lucha entre seres vivos y el vencido se convierte en alimento.

Dando un salto de gigante en esta historia de la alimentación comenzamos la evolución humana, en el Pleistoceno, hace unos cinco millones de años. En los bosques que entonces llenaban el África Oriental habitaba una especie: los *Ardipithecus ramidus*, a los que correspondió vivir una época de abundancia. Se supone que habitaban una selva espesa, muy abundante en frutas y vegetales blandos, por lo que estaban adaptados a una dieta rica en hidratos de carbono, mayoritariamente complejos y muy abundantes en fibra. El complemento

proteico necesario lo obtenían de la ingestión de insectos, reptiles y pequeños mamíferos que encontraban disponibles y no necesitaban acumular reservas de grasa, puesto que el alimento siempre estaba accesible.

Llegó la sequía, consecuencia del levantamiento de las montañas del Rift, y el enfriamiento global del planeta, provocando que las selvas lluviosas se fueran reduciendo y los bosques frondosos fueran sustituidos por una sabana arbustiva. Las plantas de alto valor nutritivo, como las frutas y los brotes tiernos, se hicieron más escasas y dispersas y los homínidos volvieron a padecer la hambruna.

A partir de ese momento, la evolución de los primeros homínidos quedaba dominada por importantes cambios climáticos que modificaban el ecosistema del que nuestros antecesores eran absolutamente dependientes. Cada una de estas etapas quedaría marcada por la lucha del hombre contra el hambre y su resultado sólo podía ser la solución adaptativa que mejor conseguía enfrentarse a las vicisitudes del medio. Afortunadamente, nuestros antepasados la encontraron y, gracias a ello, hoy estamos aquí. No en vano dicta nuestro refranero popular que «El Hambre agudiza el Ingenio».

Los homínidos diversificaron su dieta, empezaron a extraer proteínas de los restos de los animales muertos y se desplazaron en busca de alimento. La estrategia más innovadora fue hacer herramientas, gracias a las cuales el *Homo habilis* podía conseguir proteínas de origen animal mediante el carroñeo y extraía del hueso el tuétano, una importante fuente de energía. La sequía y la falta de alimentos vegetales originaron, por primera vez, que los alimentos de origen animal constituyeran una parte importante de la dieta de los homínidos.

Así, el hambre y los cambios en la forma de alimentarse constituyeron el motor de la evolución, pues el reto evolutivo era, ante todo, un problema de índole energética. El cerebro es un órgano que consume mucha energía y posee una elevada actividad metabólica: en el hombre consume entre un 20 y un 25% del metabolismo basal en reposo. Debido a ello, el aumento del volumen cerebral sólo pudo ser posible a cambio de la reducción del tamaño y la actividad de otro órgano con similar consumo de energía, como el aparato digestivo, tal como sostiene la **hipótesis del órgano costoso**, propuesta por los catedráticos **Leslie Aiello** y **Peter Wheeler**. La longitud y complejidad del aparato digestivo depende, a su vez, del tipo de alimentación que se tenga que procesar. La carne y la grasa requieren menos trabajo digestivo que los vegetales ricos en fibra, de ahí que progresivamente se fuera reduciendo el aparato digestivo de los homínidos, dándole la oportunidad al cerebro de disponer de mayor energía. Consecuencia de la victoria en su lucha contra el hambre, el *Homo ergaster* presentaba un

volumen cerebral de 900 cm<sup>3</sup>, el doble que el del *Astralopithecus afarensis*, de 426 cm<sup>3</sup>. Nuestros antecesores sacrificaron estómago por inteligencia.

El punto de inflexión más significativo en este periodo fue, sin duda, el **dominio del fuego**. Aún desconocemos cómo el hombre, hace unos 300.000 a 400.000 años, llegó a domesticar el fuego, tan terrorífico para otros animales, pero enseguida lo utilizó no sólo para calentarse y protegerse de sus enemigos, sino también para preparar y conservar alimentos, primero por simple asado, luego por cocción y más tarde lo empleó para desecar y ahumar. Surgía por primera vez la **cocina**.

La práctica culinaria tuvo consecuencias enormes en el porvenir del homínido. Entre ellas, le sustrajo de la peripecia trepidante propia de la lucha por la vida y le permitió acampar en torno al fuego, poniéndole en condiciones de adquirir la facultad de hablar y, en consecuencia, de devenir hombre. Así concluye el **Faustino Cordón**, farmacéutico, que **cocinar hizo al hombre**.

El Maestro, el Mayor, continuó el recorrido desde el caldo de Oparin Haldane al conocimiento científico de la nutrición y, entonces, estando ya próximo el momento de «sonar el timbre» y dar por finalizada la clase, lanzó su mensaje final:

Lamentablemente, a día de hoy, el hambre y la desnutrición siguen afectando a millones de personas en el mundo. Yo soy ya mayor y no veré el final, pero espero que vosotros, los jóvenes, podáis trabajar por ello y ser testigos de su erradicación.

Gracias Maestro, pues esa Lección supuso el despertar de una vocación.

## Hambre y Desnutrición

Efectivamente, el hambre y la desnutrición siguen siendo los principales problemas nutricionales del mundo. Según los últimos datos, 1 de cada 9 personas en el mundo pasa hambre, 1 de cada 3 padece malnutrición y 1 de cada 5 niños sufre retraso de crecimiento de origen nutricional. Estas cifras representan a 821 millones de personas que pasan hambre y a 150 millones de niños cuyo crecimiento se ha visto afectado. A veces se nos olvida el problema, porque el mapa del hambre no alcanza nuestras costas.

La ingesta insuficiente de energía y proteínas asociada a la pobreza produce dos cuadros clínicos muy graves, conocidos como **Marasmo** y **Kwashiorkor**. En el Marasmo, el individuo utiliza todos sus recursos corporales para suplir el déficit de energía y nutrientes que no consigue a través de la dieta. Así, agota toda su grasa corporal y quema sus propias proteínas musculares y plasmáticas, reduce su actividad al mínimo y, si es niño, no puede crecer. Los huesos se perciben bajo la piel. En el Kwashiorkor faltan de forma significativa las proteínas, lo que se

traduce en una pérdida importante de proteína corporal, acompañada de ascitis y edema, abombamiento abdominal y coloración rojiza del pelo. En la lengua kwa de Ghana, Kwashiorkor significa «**el desplazado**», refiriéndose al niño mayor que deja de ser amamantado cuando nace el hermano menor.

A pesar de que el hambre nos ha venido acompañando desde los principios de la existencia misma, el conocimiento científico de la fisiopatología del ayuno no llegó hasta el siglo xx. Los **Experimentos de Minnesota** comenzaron en Estados Unidos en 1944. Su objetivo era analizar el efecto del hambre en personas sanas y su diseño experimental difícilmente habría obtenido la aprobación de un Comité de Ética de Investigación en humanos hoy en día. Pero eran tiempos de guerra y se requerían los resultados para afrontar una catástrofe humanitaria inminente en Europa y Asia, al finalizar la II Guerra Mundial. Así, los voluntarios, en gran medida objetores de conciencia que decidieron ayudar a su país de otra forma que no fuera incorporarse a las unidades de combate, se sometieron a seis meses de hambre y una dieta frugal a base de patatas, nabos, pan negro y macarrones. El Maestro **Ancel Keys**, fisiólogo, dirigía el proyecto.

Desafortunadamente, el proyecto no llegó a tiempo para muchas víctimas de la guerra. Mientras el experimento seguía en curso, un campo de concentración nazi ya había sido liberado, y luego otro, y el horror de la inanición se hizo evidente. Si bien los resultados del experimento quizás llegaron demasiado tarde para muchas víctimas de la Segunda Guerra Mundial, aún a día de hoy se citan. Se publicaron en 1950, un texto de 1.385 páginas, dos volúmenes llamado *Biología de la inanición humana*.

En España, el Profesor **Francisco Grande Covián**, Maestro y padre de la Nutrición, encontró en la Guerra Civil española y su posguerra, el laboratorio del hambre y la desnutrición y analizó los efectos de las carencias nutricionales en los niños. En Madrid, durante los años de la guerra, cuando los madrileños se alimentaban casi exclusivamente de lentejas, **Grande Covián** describió el síndrome de Vallecas, cuadro de desnutrición, peculiar, predominante en aquel Madrid sitiado de la Guerra.

No puedo dejar de mencionar también al Maestro **José María Bengoa**, cuya sensibilidad al dolor ajeno provocado por el hambre le convirtió en uno de nuestros referentes internacionales. No entendía el porqué del hambre, cuando hay pan para todos.























## Hambre de Vitaminas. El Caso del Ácido Fólico

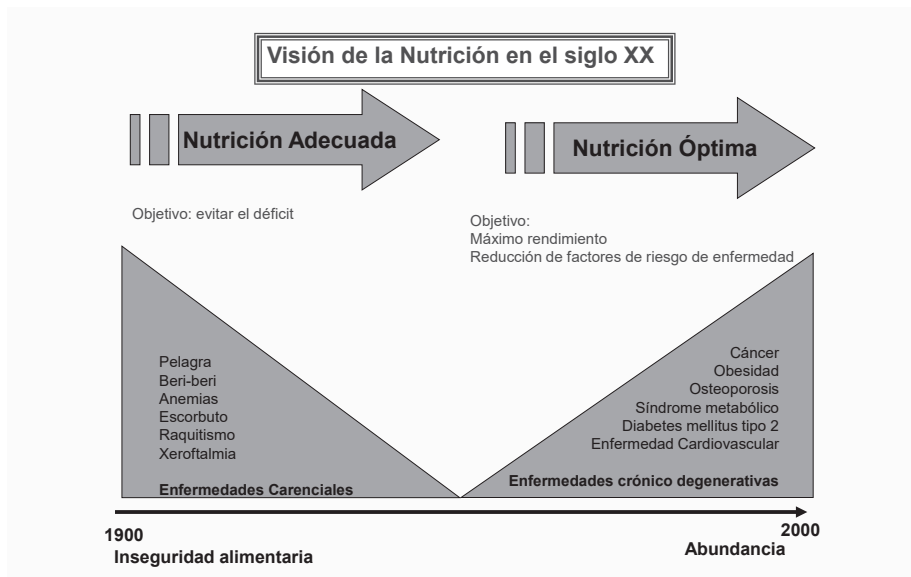
Volviendo al **Maestro, al Mayor**, y a su Lección Magistral sobre el hambre como motor de la evolución humana, cabe decir que había dejado a sus estudiantes fascinados. Era un momento aquél, hace unos años, en el que lanzarse a la lucha contra el hambre suponía una auténtica aventura, no apta para todos. De ahí que quedara en mí un cierto desasosiego. Había que encontrar otra forma de malnutrición. Y la encontré.

Y lo hice gracias al Maestro, El Mayor, quien me permitió conocer a otros Maestros, entre ellos al **Joven, al del siglo XXI**. Y con él aprendí que hay otras formas de malnutrición, aun cuando el hambre ha resultado vencido, y que hay nutrientes con un enorme potencial estratégico en la promoción de la salud y la prevención de las enfermedades. Son las vitaminas.

Las vitaminas son los nutrientes cuyo descubrimiento resultó el más tardío, tanto que no fue hasta 1948 que **Mary Shorb** y **Karl Folkers** en los Laboratorios Merck de Nueva York aislaron el factor hepático que resultaba activo en el tratamiento de la anemia perniciosa, la **vitamina B12**, la última de las vitaminas en descubrirse. En la primera mitad del siglo XX ocurrió una verdadera revolución científica entorno a estos nutrientes, pues no se conocían, pero sí eran altamente prevalentes las enfermedades asociadas con su carencia: como el beri beri, la pelagra, el escorbuto, la anemia perniciosa o el raquitismo. Los experimentos en animales tratados con dietas sintéticas y la búsqueda de remedios contra estas enfermedades dieron lugar al descubrimiento, en primer lugar, de un factor liposoluble A y un factor hidrosoluble B, que **Kazimierz Funk** describió como vital y de naturaleza química amina, dando con el término **vitamina** que nadie ha cuestionado hasta ahora, a pesar de que casi ninguna de las vitaminas puede considerarse químicamente una amina. El descubrimiento de las vitaminas fue galardonado con un total de nueve Premios Nobel, diez si consideramos también a Linus Pauling, quien recibió el Premio Nobel por su descripción de la naturaleza del enlace químico, pero que también revitalizó a la vitamina C en los años 1970 al recomendar su consumo para la prevención del catarro común.

1928		Adolf Otto Reinhold Windaus	 Alemania	Por su investigación de la estructura de los esteroides y su conexión con las vitaminas
1929		Christiaan Eijkman	 Países Bajos	Por su descubrimiento de la vitamina antineurítica
1929		Frederick Gowland Hopkins	 Reino Unido	Por su descubrimiento del papel de las vitaminas como estimulantes del desarrollo
1937		Albert Szent-Györgyi von Nagrapolt	 Reino de Hungría	Por su descubrimiento relacionado con los procesos de combustión biológica, con especial referencia a la vitamina C y a la catálisis de los ácidos fumáricos
1937		Paul Karrer	 Suiza	Por sus investigaciones en carotenoides, flavinas y vitaminas A y B2
1937		Walter Norman Haworth	 Reino Unido	Por sus investigaciones en carbohidratos y la síntesis de la vitamina C
1938		Richard Kuhn	 Alemania nazi	Por su trabajo en carotenoides y vitaminas
1943		Carl Peter Henrik Dam	 Dinamarca	Por su descubrimiento de la vitamina K
1943		Edward Adelbert Doisy	 Estados Unidos	Por su descubrimiento de la naturaleza química de la vitamina K
1954		Linus Carl Pauling	 Estados Unidos	Por sus investigaciones sobre la naturaleza del enlace químico y su aplicación a la elucidación de la estructura de sustancias complejas

Al dilucidarse la causa y tratamiento de las enfermedades carenciales, éstas desaparecieron a la vez que los países progresaban y la seguridad alimentaria, entendida como la disponibilidad de alimentos para todos, dejaba de ser un problema acuciante. Empezaban a cubrirse las necesidades nutricionales. Pero la enfermedad está siempre presente y el sitio de las enfermedades carenciales fue ocupado por las enfermedades no transmisibles, principales causas de morbilidad y mortalidad en la actualidad. Les hablo de enfermedad cardiovascular, cáncer, síndrome metabólico, diabetes, osteoporosis, deterioro cognitivo, depresión. Así, en la segunda mitad del siglo xx aconteció una nueva revolución en el conocimiento de las vitaminas, revolución que late aún hoy en día, y mediante la cual las vitaminas muestran un gran potencial en la prevención de las enfermedades crónicas degenerativas antes mencionadas, las que los nutriólogos venimos a denominar enfermedades de la abundancia. El conocimiento científico de la nutrición dejaba atrás el concepto de Nutrición Suficiente, ya conocido, para adentrarse en el camino de la **Nutrición Óptima**, aquella que busca, a través de la alimentación, el máximo rendimiento del organismo humano y la reducción de factores de riesgo de enfermedad. Y surgieron nuevas formas de malnutrición, especialmente relacionadas con las vitaminas. De entre todas ellas, me he permitido seleccionar el caso del Ácido Fólico, vitamina del grupo B a la que he dedicado gran parte de mi vida profesional.



De la Nutrición Suficiente a la Nutrición Óptima

## Nuevas funciones del Ácido Fólico en la promoción de la salud

Eran los años 1990 y tantos y entonces comenzaba a hablarse de una pequeña vitamina, el ácido fólico, hoy conocida mejor como folato. Y se hablaba porque dos estudios de intervención nutricional, uno multicéntrico y otro algo más recogido, demostraban que la suplementación con ácido fólico en la etapa periconcepcional era capaz de prevenir el 70% de los casos de defectos del tubo neural, una serie de malformaciones congénitas cuyos resultados podían ir desde una prácticamente asintomática espina bífida oculta a una situación incompatible con la vida, como es la anencefalia (ausencia de encéfalo) o el meningocele, cuando parte del tejido nervioso fetal queda expuesto a la superficie corporal.

Los resultados fueron tan llamativos que las autoridades sanitarias estadounidenses, siempre diligentes en lo que se refiere a recomendaciones nutricionales, instaron a todas las mujeres en edad de procrear que pudieran quedarse embarazadas a tomar un suplemento de 400 µg diarios de ácido fólico con el fin de prevenir los defectos del tubo neural.

Paradójicamente, por aquél entonces los estudios no habían dilucidado ni el mecanismo subyacente a la acción preventiva, ni la dosis mínima eficaz.

¿Dónde residía entonces el hambre del feto por el ácido fólico? A nivel metabólico, se trata de una vitamina que tiene una gran capacidad para ceder y captar grupos monocarbonados, usando al grupo metilo como moneda de cambio en una importante variedad de reacciones. Así es como participa, por ejemplo, en la hematopoyesis, es decir, la síntesis de los glóbulos rojos que transportan el oxígeno en nuestra sangre, o la síntesis de ADN.

Parecía un buen tema para empezar, aunque ya saben, los comienzos suelen hacerse en animales de experimentación y éstos no siempre se comportan como los humanos, afortunadamente para nosotros y desafortunadamente para la ciencia. El hecho es que el animal de experimentación no es un buen modelo para el estudio de los mecanismos que subyacen en los defectos del tubo neural, pues la falta de ácido fólico no induce las malformaciones. Aun así, en ensayos en animales pudimos comprobar que la falta de ácido fólico provoca una disrupción en los ciclos metabólicos, dando lugar a la acumulación de metabolitos indeseables, como la homocisteína, y una falta de metilación de algunas estructuras fundamentales como el ADN, cuya modificación resulta, por lo menos, inquietante. La metilación del ADN en dinucleótidos CpG es uno de los mecanismos epigenéticos implicados en la regulación de la expresión génica en mamíferos. Los patrones de

metilación son específicos para cada especie y tipo de tejido. Es de vital importancia para mantener el silenciamiento génico en el desarrollo normal, la impronta genómica y la inactivación del cromosoma X. En contraste, alteraciones en ella están implicadas en algunas enfermedades humanas, especialmente aquéllas relacionadas con defectos en el desarrollo y el proceso neoplásico.

A pesar de que han pasado ya unos años de estos experimentos y se han realizado muchos más, a día de hoy todavía se desconoce el mecanismo que explicaría el efecto preventivo del ácido fólico en las malformaciones congénitas. Aún así, se considera el descubrimiento más importante en nutrición desde los años 1970 y ha dado lugar a importantes intervenciones nutricionales. Seguramente muchas de las lectoras han experimentado la suplementación con la vitamina y la mayoría la conocían ya, no les he contado nada nuevo.

La deficiencia en ácido fólico da lugar a una anemia megaloblástica, que hoy en día sigue siendo una enfermedad frecuente, especialmente en poblaciones de riesgo como embarazadas o alcohólicos. Además, la deficiencia de folatos, o cuando menos un estado nutricional inadecuado, parece relacionarse con otro tipo de trastornos, de manera que se han propuesto nuevas fórmulas de terapia o de prevención basadas en el ácido fólico.

Valga como ejemplo, la regulación de la homocisteína. La homocisteína es un aminoácido no proteinogénico que se produce en el metabolismo de la metionina. Resulta citotóxico y, por ello, el organismo dispone de dos vías para evitar su acumulación: su conversión en metionina y su metabolización a cisteína. En la primera de estas vías se necesita el concurso de los folatos y de la vitamina B12. En la segunda vía se necesita a la vitamina B6. Lo interesante de este aminoácido es que desde finales del siglo pasado sabemos que los niveles elevados de homocisteína en sangre constituyen un factor de riesgo independiente para la enfermedad cardiovascular y la enfermedad cerebrovascular. Pueden producirse como consecuencia de una ingesta inadecuada de folatos o por insuficiencias dietéticas de vitamina B12, vitamina B6, vitamina B2, por determinadas condiciones como la insuficiencia renal, polimorfismos genéticos, tabaquismo o consumo de alcohol. Pues bien, la suplementación con ácido fólico es efectiva en el tratamiento de la hiperhomocisteinemia, lo que confiere a la vitamina un papel potencial en la prevención de la enfermedad cardiovascular.

El estado nutricional en folatos también guarda relación con el cáncer, sobretodo de tipo colorrectal. Pero en este caso la relación es mucho más compleja. Seguramente conocerán ustedes que en las recomendaciones nutricionales se repite con frecuencia el dicho «ni poco, ni mucho, es todo cuestión de término medio» y este

dicho aplica perfectamente a esta vitamina de mi elección, en su relación con el cáncer colorrectal. Una nueva paradoja. Resulta que los estudios epidemiológicos llevados a cabo en poblaciones demuestran que un estado nutricional inadecuado o bajo en folatos se asocia con un mayor riesgo de padecer cáncer colorrectal, por lo que cabría pensar que un aporte mayor de la vitamina podría prevenir la aparición de la enfermedad. Sin embargo, cuando la lesión premaligna ya está instaurada, la célula adquiere un hambre feroz por la vitamina, pues le es necesaria para la síntesis de ADN y su crecimiento descontrolado. Así pues, administrar ácido fólico a una lesión precancerosa podría estimular la capacidad celular para la división, provocando un efecto acelerador que sería muy perjudicial en el contexto del cáncer. De hecho, gran parte de la quimioterapia utilizada en el tratamiento del cáncer consiste, precisamente, en inducir un déficit funcional de folatos en las células cancerosas para evitar así su multiplicación.

En esta línea de investigación, tuvimos la oportunidad de realizar un estudio en humanos en el que comparamos el estado de la mucosa colónica sana y la mucosa adenomatosa en individuos sometidos a cirugía por cáncer colorrectal. Analizamos el estado de metilación del ADN y, nuevamente, pudimos comprobar que el ADN de la mucosa adenomatosa se encontraba significativamente hipometilado con respecto a la mucosa sana. Las aberraciones en la metilación del ADN, consecuencia posiblemente de la mayor utilización del folato, parecían jugar un papel importante en la oncogénesis. Todo ello ocurría a pesar de que la concentración de folato en sangre en estas personas parecía normal.

No acaba aquí el potencial del ácido fólico en la promoción de la salud, pues en los últimos años, numerosos estudios han mostrado también una alta incidencia de deficiencia en folatos relacionada con síntomas mentales, especialmente depresión y deterioro cognitivo en población con problemas psiquiátricos o neurológicos y en ancianos.

Debido a las múltiples asociaciones del ácido fólico con la prevención de patologías de alta prevalencia y difícil abordaje farmacológico (malformaciones congénitas, enfermedad cardiovascular, cáncer, deterioro cognitivo), a la vitamina se le ha considerado como una panacea en la promoción de la salud. De ahí que sea interesante incrementar su ingesta.

## Ingesta de folatos y fuentes alimentarias de la vitamina

A pesar de la importancia del Ácido Fólico como nutriente esencial y de su importante papel en la promoción de la salud, cuando se analizan los niveles de ingesta en países desarrollados, se identifican cifras significativamente bajas con respecto a las ingestas recomendadas. El estudio más reciente que valora la dieta de los españoles, el Estudio ANIBES (Antropometría, Ingesta y Balance Energético en España), coordinado por el **Profesor Gregorio Varela Moreiras**, en una muestra representativa de población española, demuestra que la ingesta media de folatos en mujeres es de 156 µg diarios y de 163 µg diarios en hombres, menos del 50% de las ingestas recomendadas de referencia (400 µg diarios para hombres y mujeres adultas). De hecho, tan solo del 3 al 5% de las mujeres españolas y del 6 al 14% de los hombres pueden estar ingiriendo cantidades adecuadas de ácido fólico, de acuerdo a recomendaciones. Nuestra dieta, claramente, no aporta suficiente cantidad de la vitamina.

Resulta importante, por tanto, que hagamos acopio de fuentes alimentarias de la vitamina, si nuestro objetivo es permanecer sanos el mayor tiempo posible. Resulta además bastante sencillo identificarlas, pues el nombre de la vitamina, fólico, deriva del latín *folium* y se eligió de las hojas de espinacas a partir de las cuales la vitamina fue aislada por primera vez por **Herschel Mitchell**, bioquímico, en 1941. Enriquecer nuestra dieta con espinacas, acelgas, coles, endivias o garbanzos mejora de forma significativa nuestra ingesta de la vitamina, además de aportar fibra y otros fitoquímicos de interés. Revitalizar recetas imprescindibles como el potaje de vigilia es también una buena idea, pues una ración que contenga 80 g de garbanzos y 150 g de espinacas aporta hasta 350 µg de folato. Si su problema reside en la falta de tiempo para adquirir alimentos y cocinarlos, le damos una buena noticia. Tiene ya disponible en el mercado una amplia variedad de frutas y vegetales pelados, lavados y listos para su consumo, en los que pudimos comprobar, mediante análisis en el laboratorio, que contienen una cantidad significativa de folatos y, además, los conservan. Así, una ración tipo de 150 a 200 g de espinacas, berros, acelgas, rúcula, aporta entre el 40 y el 60% de las ingestas recomendadas para un adulto, algo menos para una embarazada, y una ración de ensalada de brotes, tipo *mézclum* o *gourmet* puede proporcionar el 20% de la ingesta recomendada para un adulto y el 15% de la ingesta recomendada para una embarazada. También identificamos buenas fuentes de folato natural en alimentos precocinados y refrigerados en cuyas recetas predominaban vegetales, verduras y hortalizas.

## Fortificación de los Alimentos con Ácido Fólico

Volviendo a Estados Unidos y sus políticas nutricionales, hemos de reconocer que los norteamericanos, para bien o para mal, suelen ser bastante expeditivos. Y en el caso de la prevención de los defectos del tubo neural con ácido fólico, verdaderamente lo fueron. El problema subyacente a la medida preventiva reside en el hecho de que el cierre del tubo neural, que dará lugar al primordio del sistema nervioso, se produce en los primeros 21 días de gestación, periodo durante el cual la mujer incluso puede desconocer su situación de embarazo. Por lo tanto, debe tomar el fólico antes de quedarse embarazada y eso implica necesariamente que su embarazo sea planeado.

Así pues, para poder llegar a tiempo, una de las posibles estrategias de salud pública es añadir, de forma obligatoria para el fabricante, una determinada cantidad de vitamina a un alimento básico que sea consumido por la población diana. Así es la solución que adoptaron Estados Unidos y Canadá en 1998 y les siguen hoy en día otros 81 países, ninguno de ellos europeo. Si han viajado allende los mares últimamente, habrán tomado una cantidad extra de ácido fólico, concretamente, 140 µg por cada 100 g de alimento de harina o arroz.

La fortificación con ácido fólico ha sido una medida ciertamente polémica. El beneficio que presenta la fortificación a un número relativamente bajo de madres y niños, ¿es justificación suficiente para exponer a toda la población a una ingesta incrementada en ácido fólico? Efectivamente para Estados Unidos lo fue y se inició un enorme ensayo clínico sobre la totalidad de la población, sin contar con grupo control ni previsión de reacciones adversas.

El ácido fólico, como vitamina de naturaleza hidrosoluble, presenta escasa o nula toxicidad. No obstante, el efecto de un consumo elevado y mantenido de forma crónica permanece aún hoy en día en gran medida desconocido.

Trabajando en animales de experimentación, probamos los efectos de dosis elevadas de ácido fólico en diferentes situaciones fisiológicas. En ratas gestantes, la suplementación en dosis altas con ácido fólico dio lugar a fetos más pequeños que los controles, así como a una disminución de la utilización metabólica de la proteína. Encontramos resultados similares en ratas envejecidas. Se mostraba así una disrupción del equilibrio entre nutrientes que, como sustancias naturales, vienen a través de la dieta en proporciones fijadas por la naturaleza. La cantidad de ácido fólico resultaba ajena, xenobiótica al organismo.

Tras veinte años de fortificación, los expertos van concluyendo que la medida ha sido relativamente eficaz, en la prevención de los defectos del tubo neural, y



que la vitamina resulta segura. No obstante, también se ha observado un mayor riesgo de anemia y deterioro cognitivo en mayores, en los cuartiles de población que se corresponden con una mayor ingesta de ácido fólico y un bajo estado nutricional en vitamina B12.

En países como España, la fortificación no es obligatoria, pero se pueden adquirir también alimentos que llevan adicionado ácido fólico, medida por la cual el fabricante aporta un valor añadido al producto. De hecho, incorporarlos a nuestra dieta sería una magnífica idea, dado los datos actuales de ingesta de la vitamina en España. Hemos llegado a identificar un total de 260 alimentos fortificados comercializados en España, la mayoría de ellos pertenecientes a los grupos de cereales y derivados y de lácteos. Paradójicamente, solo un 2% de ellos iban dirigidos, en su comunicación a través del etiquetado, a mujeres en edad fértil, las que precisamente pueden beneficiarse en mayor medida de ellos. Tomar una ración de estos productos en el desayuno aportaría del 20 al 40% de las necesidades diarias del nutriente.

## Malnutrición por exceso. La obesidad

No puedo hablarles de malnutrición sin dejar de hablar de obesidad. Elevada a la categoría de epidemia mundial por la Organización Mundial de la Salud, a pesar de tratarse de una condición no transmisible, afecta ya a 1 de cada 8 adultos y a un sinnúmero de niños. En cifras absolutas, 2 billones de adultos, 40 millones de niños menores de cinco años, 131 millones de niños y 207 millones de adolescentes presentan sobrepeso, de los cuales, más de una tercera parte de cada uno de ellos padece obesidad.

Son muchos los factores predisponentes a la obesidad que han sido descritos en la literatura y muchos los señalados como culpables: el ambiente obesogénico, las tentaciones culinarias, la comida rápida rica en grasa, la televisión, las videoconsolas, la evolución en el transporte, la globalización de las dietas, la gula, el sedentarismo, la disposición de las ciudades, el comedor colectivo, el exceso de ingesta energética... incluso la incorporación de la mujer a la vida laboral. Y también el hambre y la malnutrición, de nuevo.

Se dice que somos hijos del hambre, ya que nuestra especie tuvo que adaptarse a cientos de miles de años de penuria alimentaria. Cuando los homínidos lograban encontrar comida en abundancia, su metabolismo debió de adaptarse a reservar una porción de esa abundancia para los periodos de escasez, acumulando mutaciones ventajosas que, en conjunto, se denominan el **genotipo ahorrador**,

hipótesis propuesta por el genetista **James V. Neel**. La acumulación de grasas proporciona ventajas en la supervivencia y la reproducción, que les resultarían de gran utilidad a los homínidos durante las hambrunas. Así seguramente es como el hombre se convirtió en uno de los animales más grasos que pueblan la Tierra. Hoy en día, el genotipo ahorrador sigue siendo patrimonio de la humanidad, pues compartimos en su mayor parte el genotipo de nuestros antecesores. Ahora bien, a diferencia de ellos, la revolución tecnológica nos permite vivir en un ambiente de abundancia permanente en el que nos procuramos alimentos sin tener que salir a cazarlos. ¿Será por ello por lo que nos hemos convertido, palabras del Maestro **José Enrique Campillo**, en el mono obeso? ¿Son estos genes los responsables de la obesidad y de las enfermedades de la opulencia? Frenar el crecimiento del sobrepeso y la obesidad constituye uno de los grandes retos de la nutrición actual, junto con la erradicación del hambre.

## Sostenibilidad alimentaria y desperdicio

Por último, permítanme destacar otro de los grandes retos a los que nos enfrentamos en alimentación y que puede marcar el hambre del futuro. El de la sostenibilidad.

Al mismo tiempo que persiste el hambre en el mundo, hasta un tercio de los alimentos producidos se pierde o se desperdicia. Cada año se desperdician aproximadamente 1,3 billones de toneladas de alimentos, cuatro veces la cantidad necesaria para alimentar a las más de 800 millones de personas que padecen desnutrición. La producción de alimentos, además, contribuye a la contaminación ambiental, el vertido de sustancias químicas, la emisión de gases de efecto invernadero, la contaminación del agua, la degradación de los recursos naturales y a la pérdida de biodiversidad. Esta realidad refleja un sistema alimentario roto. Es pan para hoy, hambre para mañana.

Frente a esta realidad, se promulgan modelos de dietas sostenibles, definidas como aquellas que son respetuosas para el ecosistema y la biodiversidad, optimizando los recursos humanos y naturales, son culturalmente aceptables, accesibles y económicamente justas, a la vez que contribuyen a la seguridad alimentaria y a un estilo de vida saludable para las generaciones actuales y las futuras. Y paradójicas de la nutrición, querida audiencia, resulta que comer sano es a la vez sostenible y, a su vez, efectivo en la batalla contra el cambio climático. Hecho que ya practicaban, sin otra opción, nuestros abuelos. Efectivamente, las dietas basadas en alimentos de origen vegetal, ricas en cereales, legumbres, frutas, verduras y hortalizas, como lo es la Dieta Mediterránea, generan una menor cantidad de

residuos contaminantes, gases de efecto invernadero y un menor impacto sobre el medioambiente que las dietas ricas en alimentos de origen animal o altamente procesados. Si además se potencia el consumo de producto local y de temporada, las oportunidades de reducir factores asociados al cambio climático crecen.

Efectivamente, los datos globales demuestran que la ganadería es responsable del 14% de las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la actividad humana y la agricultura consume el 70% de los recursos de agua para uso humano. Producir 1 Kg de filete de vaca consume casi 19.000 litros de agua y libera una cantidad de metano, óxido nítrico y dióxido de carbono equivalente a 27 kg de dióxido de carbono. En definitiva, la carne consume una cantidad de agua 40 veces superior a lo que se consume cuando se cultiva 1 kg de patatas y su emisión de gases de efecto invernadero es 37 veces mayor que cuando se cultiva 1 kg de verduras.

Así, la nutrición puede ponerse al servicio de la lucha contra el cambio climático, pero ello implica un trabajo en común y en la misma dirección del sistema agrario, la industria alimentaria, la comunidad científica, las partes interesadas, los siempre en desacuerdo políticos y legisladores y lo más difícil, todos y cada uno de nosotros. Pues llegados a ese punto, debemos preguntarnos si estaríamos dispuestos a prescindir de alimentos que no se estropean nunca, que presentan un aspecto impecable aún fuera de temporada, que siempre están allí y, sobre todo, si estaríamos dispuestos a pagar un poco más por ellos. Además, hay que reconocer que nos gusta comer carne.

Nuevamente, paradojas de la nutrición.

Acabo volviendo al principio, en el aula con El Maestro, el Mayor. Gracias, Maestro. Dios y mi canto saben a quién nombro tanto.

*Dedico esta Lección Magistral a mis maestros.*

*A la memoria del profesor Dr. Gregorio Varela Mosquera, farmacéutico y veterinario, Catedrático de Nutrición y Bromatología. El Maestro, el Mayor, siempre Don Gregorio.*

*En agradecimiento al profesor Dr. Gregorio Varela Moreiras, farmacéutico, Catedrático de Nutrición y Bromatología. El Maestro, el Joven, el del siglo XXI.*

## Agradecimientos

Ilma. Sra. Beatriz de Pascual-Teresa Fernández, Decana de la Facultad de Farmacia de la Universidad CEU San Pablo, muchas gracias. Ha sido un honor para mí recibir el encargo de impartir esta lección.

Mi agradecimiento también a todos ustedes, audiencia cautiva y lectores entusiastas.

Con pan y vino se hace el camino y aficiones y camino hacen amigos. He tenido la fortuna de contar con muy buenos compañeros en mi camino, más ellas que ellos, a los que también debo mi agradecimiento.

## Bibliografía

- ACHÓN, M.; REYES, L.; ALONSO-APERTE, E.; UBEDA, N. and VARELA-MOREIRAS, G. (1999). «High dietary folate supplementation affects gestational development and dietary protein utilization in rats». *Journal of Nutrition*. 129: 1204-1208.
- ACHÓN, M.; ALONSO-APERTE, E.; REYES, L.; UBEDA, N. and VARELA-MOREIRAS, G. (2000). «High dietary folate supplementation affects differently methionine cycle biomarkers in pregnant vs virgin rats». *British Journal of Nutrition*. 83:177-183.
- ACHÓN, M.; ALONSO-APERTE, E.; UBEDA, N. and VARELA-MOREIRAS, G. (2007). «Supranormal Dietary folic acid supplementation: effects on methionine metabolism in weanling rats». *British Journal of Nutrition*. Sep; 98(3):490-6.
- AIELLO, L.; WHEELER, P. (1995). «The Expensive Tissue Hypothesis: The Brain and the Digestive System in Human and Primate Evolution». *Current Anthropology*. 36(2).
- ALONSO-APERTE, E.; VARELA-MOREIRAS, G. (1996). «Brain folates and DNA methylation in rats fed a choline deficient diet or treated with low doses of methotrexate». *International Journal of Vitamin and Nutrition Research*. 66:232-6.
- ALONSO-APERTE, E.; UBEDA, N.; ACHÓN, M.; PÉREZ-MIGUELSANZ, J.; VARELA-MOREIRAS, G. (1999). «Impaired methionine synthesis and DNA hypomethylation in rats exposed to valproate during gestation». *Neurology*. 52:750-6.

- ALONSO-APERTE, E.; VARELA MOREIRAS, G. *Hot topics en Vitaminas y Salud*. Instituto Tomás Pascual para la Nutrición y la Salud. Universidad CEU San Pablo. Cátedra Tomás Pascual Sanz. IMC International Marketing & Communication. ISBN: 978-84-7867-062-8. Disponible en <https://www.fen.org.es/index.php/actividades/publicacion/hot-topics-en-vitaminas-y-salud>
- ALONSO-APERTE, E.; VARELA MOREIRAS, G. *Vitaminas y Salud: de las enfermedades carenciales a las degenerativas*. Fundación BBVA. ISBN: 978-84-95163-78-3. Disponible en <https://www.fbbva.es/publicaciones/vitaminas-y-salud-de-las-enfermedades-carenciales-a-las-degenerativas/>
- ALONSO-APERTE, E.; VARELA MOREIRAS, G. *Ácido fólico y Salud*. Publicaciones «Serie Informes». Fundación Española de la Nutrición (FEN). Disponible en <https://www.fen.org.es/storage/app/media/imgPublicaciones/15220074224.pdf>
- ALONSO APERTE, E.; VARELA MOREIRAS, G. (2017). «Folatos, Ácido fólico y Vitamina B12». En: *Tratado de Nutrición. Volumen I: Bases fisiológicas y bioquímicas de la Nutrición*. GIL, A. (ed.). 3ª edición. Editorial Médica Panamericana. pp: 525-546. ISBN: 978-84-9110-190-1.
- BAILEY, L. B. (1998). «Dietary reference intakes for folate: the debut of dietary folate equivalents». *Nutrition Reviews*. 56: 294-9.
- BENGOA, J. M. (2000). *Hambre, cuando hay pan para todos*. Caracas.
- CARBONELL, E.; PASTÓ, I. (2005). «La alimentación de nuestros ancestros». En: *La Alimentación y la Nutrición a través de la Historia*. SALAS-SALVADÓ, J.; GARCÍA-LORDA, P; SÁNCHEZ, J. M. (eds.). Editorial Glosa.
- CAWLEY, S.; MULLANEY, L.; MCKEATING, A.; FARREN, M.; MCCARNEY, D.; TURNER, M. J. (2016). «A review of European guidelines on periconceptional folic acid supplementation». *European Journal of Clinical Nutrition*. 70: 143-54.
- CENTERS FOR DISEASE CONTROL. (1991). «Use of folic acid for prevention of spina bifida and other neural tube defects-1983-91». *Morbidity and Mortality Weekly Report*. 40: 513-6.
- CZEIZEL, A. E.; DUDAS, I. (1992). «Prevention of the first occurrence of neural tube defects by periconceptional vitamin supplementation». *New England Journal of Medicine*. 327: 1832-1835.
- CORDÓN, F. (1980). *Cocinar hizo al Hombre*. Barcelona: Tusquets editores.
- EFSA NDA Panel (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies). (2014). «Scientific opinion on dietary reference values for folate». *EFSA Journal* 2014. 12(11):3893.

- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. (2019). «The state of Food security and Nutrition in the World». Disponible en: <http://www.fao.org/3/ca5162en/ca5162en.pdf>
- FAJARDO, V.; ALONSO-APERTE, E.; VARELA MOREIRAS, G. (2012). «Lack of data on Folate in convenience foods: Should ready-to-eat products be considered relevant for folate intake? The European challenge». *Journal of Food Composition and Analysis*. 28: 155-163.
- FAJARDO, V.; ALONSO-APERTE, E.; VARELA MOREIRAS, G. (2013). «Cuantificación de folato total en alimentos ready-to-eat. Determination of Folate content in Ready-to-Eat Food Products». *Nutrición Hospitalaria*. 28(3):1210-1218.
- FAO/CIHEAM. (2012). «Towards the Development of Guidelines for Improving the Sustainability of Diets and Food Consumption Patterns in the Mediterranean Area». Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/016/ap101e/ap101e.pdf>
- FIELD, M. S.; STOVER, P. J. (2018). «Safety of folic acid». *Annals of the New York Academy of Science*. 1414(1):59-71.
- GRANDE COVIÁN, F.; ROF CARBALLO, J.; JIMÉNEZ GARCÍA, F.; MORATA CERNU-DA, A. (1944). «Alimentación y desarrollo infantil. I. El estado nutritivo de los niños en edad escolar de un suburbio madrileño». *Revista Clínica Española*. 12:87-94.
- GRANDE COVIÁN, F.; ROF CARBALLO, J.; JIMÉNEZ GARCÍA, F. (1944). «Alimentación y desarrollo infantil II. El desarrollo físico comparativo de dos grupos de niños en edad escolar y distinto nivel económico». *Revista Clínica Española*. 12:155-164.
- KATAN, M.; BOEKSCHOTEN, M.; CONNOR, W.; MENSINK, R.; SEIDELL, J.; VESSBY, B.; WILLETT, W. (2009). «Which are the greatest recent discoveries and the greatest future challenges in nutrition?». *European Journal of Clinical Nutrition*. 63:2-10.
- KEYS, A.; BROŽEK, J.; HENSCHER, A.; MICKELSEN, O.; TAYLOR, H. L. (1950). *The Biology of Human Starvation*. Minneapolis: University of Minnesota Press. London: Oxford University Press.
- LUCOCK, M. (2004). «Is folic acid the ultimate functional food component for disease prevention?». *British Medical Journal*. 328(7433):211-4.
- MASON, J. B.; TANG, S. Y. (2017). «Folate Status and Colorectal Cancer Risk: A 2016 Update». *Molecular Aspects of Medicine*. 53, 73-79.

- MATEO, B.; MIJÁN, A. (2005). «Historia de las Hambrunas». En: *La Alimentación y la Nutrición a través de la Historia*. SALAS-SALVADÓ, J.; GARCÍA-LORDA, P.; SÁNCHEZ, J. M. (eds.). Editorial Glosa.
- MEDICAL RESEARCH COUNCIL VITAMIN STUDY RESEARCH GROUP. (1991). «Prevention of neural tube defects: results of the Medical Research Council Vitamin Study». *Lancet*. Volumen 338, páginas: 131-137.
- MOREIRAS, O.; CARBAJAL, A.; CABRERA, L.; CUADRADO, C. (2016). «Ingestas diarias recomendadas de energía y nutrientes para la población española». En: *Tablas de composición de alimentos*. Ediciones Pirámide (Grupo Anaya, S. A). 18ª edición.
- MORRIS, M. S; JACQUES, P. E; ROSENBERG, I. H.; SELHUB, J. (2007). «Folate and vitamin B-12 status in relation to anemia, macrocytosis, and cognitive impairment in older Americans in the age of folic acid fortification». *American Journal of Clinical Nutrition*. 85(1):193-200.
- NEEL, J. V. (1962). «Diabetes Mellitus: A “Thrifty” Genotype Rendered Detrimental by “Progress”?». *Am. J. Hum. Genet.* 14 (4): 353-62.
- PARTEARROYO, T.; SAMANIEGO-VAESKEN, M. L.; RUIZ, E.; OLZA, J.; ARANCETA-BARTRINA, J.; GIL, A.; GONZÁLEZ-GROSS, M.; ORTEGA, R. M.; SERRA-MAJEM, L.; VARELA-MOREIRAS, G. (2017). «Dietary sources and intakes of folates and vitamin B12 in the Spanish population: Findings from the ANIBES study». *PLoS One*. 12(12):e0189230.
- SAMANIEGO VAESKEN, M. L.; ALONSO-APERTE, E.; VARELA MOREIRAS, G. (2012). «Vitamin Food Fortification today». *Food & Nutrition Research*. 56:54-59.
- SAMANIEGO VAESKEN, L.; ALONSO-APERTE, E.; VARELA-MOREIRAS, G. (2009). «Alimentos fortificados con ácido fólico comercializados en España: tipo de productos, cantidad de ácido fólico que proporcionan y población a la que van dirigidos». *Nutrición Hospitalaria*. 24(4):445-452.
- SAMANIEGO VAESKEN, L.; ALONSO-APERTE, E.; VARELA-MOREIRAS, G. (2010). «Analysis and evaluation of voluntary folic acid fortification of breakfast cereals in the Spanish market». *Journal of Food Composition and Analysis*. 23(5): 419-423.
- SCIENTIFIC ADVISORY COMMITTEE ON NUTRITION. (2006). *Folate and Disease Prevention*. Food Standards Agency, Department of Health, Reino Unido. The Stationery Office (TSO).

- SMITH, A. D.; REFSUM, H.; HOMOCYSTEINE, B. (2016). «Vitamins, and Cognitive Impairment». *Annual Reviews in Nutrition*. 36, 211-39.
- SMITH, D.; KIM, Y.; REFSUM, H. (2008). «Is folic acid good for everyone?». *American Journal of Clinical Nutrition*. 87:517-33.
- VARELA MOSQUERA, G. (2000). «La victoria contra el Hambre». Monografías de la Real Academia Nacional de Farmacia. *Monografía VI: Alimentación y Salud*. Disponible en: <https://www.analesranf.com/index.php/mono/article/view/408>
- VARELA MOSQUERA, G. *Lecciones de Nutrición*. Licenciatura de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid. Curso 1991-1992.
- VARELA MOSQUERA, G.; VARELA MOREIRAS, G. (2005). «Introducción a la historia de la Nutrición». En: *Tratado de Nutrición. Tomo I. Bases fisiológicas y bioquímicas de la Nutrición*. GIL HERNÁNDEZ, A. y SÁNCHEZ DE MEDINA CONTRERAS, F. (eds). Editado por Grupo Acción Médica.
- VARELA MOREIRAS, G.; ACHÓN Y TUÑÓN, M.; ALONSO APERTE, E. (2007). «Ácido Fólico. Algo más que una vitamina». En: *Nutrición y Alimentación en la promoción de la Salud*. ORTEGA, R. M.; REQUEJO, A. M.; MARTÍNEZ, R. M. (editoras). Consejería de Sanidad de Castilla La Mancha. pp: 73-91. ISBN: 978-84-7788-489-7.
- VARELA MOREIRAS, G.; MURPHY, M. M.; SCOTT, J. M. (2009). «Cobalamin, folic acid and homocysteine». *Nutrition Reviews*. 67 (suppl.1): S69-72.
- VARELA MOREIRAS, G. (2004). *De la Alimentación a la Nutrición: la historia continúa*. Lección Magistral. Solemne Apertura del Curso Académico 2004-2005. Edita: Universidad CEU San Pablo.
- VARELA MOREIRAS, G. (2005). «Historia de las Vitaminas». En: *La Alimentación y la Nutrición a través de la Historia*. Salas-Salvadó, J; García-Lorda, P; Sánchez, JM (eds.). Editorial Glosa.
- YANG, H. T.; LEE, M.; HONG, K. S.; OVBIAGELE, B.; SABER, J. L. (2012). «Efficacy of folic acid supplementation in cardiovascular disease prevention: an updated meta-analysis of randomized controlled trials». *European Journal of Internal Medicine*. 23: 745-54.



**Elena Alonso Aperte** es Licenciada en Farmacia, especialidad sanitaria, y en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, por la Universidad Complutense de Madrid y Doctora en Farmacia por la Universidad CEU San Pablo.

Profesora desde 1996, actualmente desarrolla su vida profesional en la Facultad de Farmacia de la Universidad CEU San Pablo, como Vicedecana de Enseñanzas, Estudiantes y Calidad y Catedrática de Nutrición y Bromatología. Anteriormente ha desarrollado su actividad profesional en la Universidad Complutense de Madrid, el Instituto de Investigaciones Biomédicas (CSIC), el USDA Human Nutrition Center on Ageing de Boston, EEUU y en el Trinity College de Dublín, Irlanda. Forma parte del grupo de investigación Nutrición y Ciencias de la Alimentación. Ha dirigido cinco tesis doctorales, dos más en realización. Es autora de 41 artículos científicos publicados en revistas internacionales de prestigio (indexadas en el Journal Citation Report), editora de 4 libros, autora de 4 y ha escrito 20 capítulos de libros del ámbito de la nutrición y las ciencias de la alimentación. Cuenta con la valoración positiva de tres tramos de investigación por parte de la Comisión Nacional de Evaluación de la Actividad Investigadora (CNEAD), correspondiente a los sexenios 1994-1999, 2000-2007 y 2008-2013. Ha participado en 26 proyectos de investigación subvencionados en convocatorias competitivas y 14 contratos de investigación con empresas, instituciones o universidades. Ha presentado 129 comunicaciones a congresos internacionales y nacionales. Sus temas de investigación han estado siempre muy relacionados con el estudio de las nuevas funciones del ácido fólico, en especial en relación con la prevención de malformaciones congénitas, la regulación de la homocisteinemia, la interacción con fármacos y la prevención del cáncer. Actualmente también trabaja en la valoración nutricional y el estudio de los problemas nutricionales asociados al envejecimiento, la alimentación colectiva, la menopausia y la enfermedad celiaca, así como en el desarrollo y valoración de alimentos funcionales y ultraprocesados.

Ha impartido docencia del área de Nutrición y Bromatología en la Licenciatura y Grado en Farmacia, la Diplomatura y el Grado en Nutrición Humana y Dietética, el Grado en Biotecnología (desde 2014), Doctorado (desde 2000) y Máster Universitario. Desde el curso 2012-2013 imparte docencia en inglés y desde el curso 2006-2007 imparte parte de su docencia en modalidad semipresencial.

Desde el año 2009, como Vicedecana de Enseñanzas, Estudiantes y Calidad, ha sido comisionada para el diseño, verificación y modificación de nuevos planes de estudios de Grado y Máster y entre sus cometidos corresponde la implantación, seguimiento y acreditación de los Grados en Farmacia, Nutrición humana y Dietética, Óptica, Optometría y Audiología y Biotecnología en la Facultad de Farmacia de la Universidad CEU San Pablo.