

Para terminar, podemos sacar por de pronto de todas nuestras reflexiones estas tres conclusiones prácticas:

1. Aplicando al estudio del pasado el *método de interpretación de los procesos históricos*, y no sólo el de descripción o explicación de los *hechos históricos*, llegamos a establecer que la periodicidad en el proceso de la evolución del arte es sólo el reflejo de la periodicidad en la evolución general de la civilización (en lo material) y de la cultura (en lo espiritual y moral), y que en tal caso la historia del arte se presenta como una valiosa disciplina auxiliar para el estudio *interpretativo* de la Historia Universal.

2. Aunque las fechas y los accidentes del porvenir son imprevisibles para la sola razón humana, sin embargo, las grandes corrientes históricas y los cambios globales pueden ser previstos en base a un estudio adecuado del pasado en el desarrollo de los períodos cíclicos.

3. El orden del proceso de la evolución cíclica del arte pone de manifiesto que el progreso de la cultura y civilización tiene milenios por medida y, lógicamente, es ésta la medida que debe aplicarse a la previsión del porvenir de la humanidad.

Ahora bien, si se cree que la «*Nueva Edad Media*» o el cambio total de la espiritualidad humana y la vuelta en masa de las ovejas descarriadas al redil del Señor ha de sobrevenir mañana o pasado mañana, o dentro de pocos años, se comete un acto de ceguera, no solamente pueril, sino terriblemente pernicioso.

Porque, para una vida cuya meta de felicidad parece próxima, nos preparamos a la ligera, como para una excursión de turismo, pesada pero breve; mientras que para la vida que verdaderamente nos espera, debemos armarnos de todos los recursos del espíritu, para poder afrontar una campaña, dura y sangrienta, cuyo fin ni siquiera se vislumbra y que debemos proseguir sin desmayo y aun vencidos.

LAS VITAMINAS (I)

Por el P. DR. EMILIO KAISER S. J. — San Miguel

SU HISTORIA — SU CONSTITUCIÓN — SU FUNCIÓN

Hace unos treinta años, la propaganda más perspicaz no había todavía descubierto las perspectivas comerciales de las vitaminas. El nombre mismo va a perpetuar uno de esos errores que pueden esperarse, cuando los padres no se dan bien cuenta del sexo de la criatura recién nacida; porque en la suposición de que esas sustancias de función eminentemente *vital*, pero de carácter químico desconocido, eran *aminas*, o sea cuerpos químicos con el grupo atómico $-\text{NH}_2$ = amina, el químico FUNK las denominó, menos exacta que eufónicamente, «*vitaminas*». Los progresos desde entonces logrados han ya influido notablemente en la medicina y hasta en el menú de los pueblos, y estos éxitos por sí solos, fuera de los nuevos conocimientos teóricos, han de dar una honda satisfacción a la ilustre fila de investigadores, dotados a menudo de las indomables energías de Colón, pero que en el caso más favorable dan en un océano de trabajos científicos con una nueva fórmula química. Con todo, si ésta, por interpretar fielmente el dispositivo energético de una molécula vitamínica se convierte en salvavida de innumerables hombres, dando lugar a una administración universal y barata del remedio indispensable, se le pueden perdonar algunas exageraciones personales y nacionales. De muy distinta manera hemos de juzgar del des crédito a que han llevado ese nuevo e importantísimo ramo de la ciencia la propaganda comercial y la vulgarización novelera.

Huelga exponer nuestra propia intención al ocupar al lector de CIENCIA Y FE con este modesto trabajo sobre una materia cuya importancia biológica para todos nadie puede ya ignorar, aunque a pocos sean accesibles los datos científicos como para jurar la tesis: Sin vitaminas, es imposible la vida.

Principiamos nuestro estudio fijando el punto de partida histórico de la Vitaminología moderna; después trataremos las vitaminas más abajo indicadas; y terminaremos dando el concepto científico de vitamina.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Un camino astronómico recorrieron las ciencias químicas en los cien años que mediaron entre la síntesis de la urea, primer cuerpo químico del reino orgánico sintetizado por WOEHLER en Alemania en 1828, el aislamiento de la vitamina C en 1928, y su síntesis por el suizo KARRER en 1933.

En ese camino de fraterna investigación internacional, llamó desde un principio la atención el papel desempeñado por los alimentos en las distintas funciones vitales del organismo. VON LIEBIG y su escuela, guiados por la experiencia diaria y ensayos de laboratorio, determinaron los tres componentes indispensables en la alimentación humana, a. s. hidratos de carbono (azúcares y almidón), grasas y proteínas. Más tarde se les atribuyó también sus cometidos particulares; las proteínas, además de tener valor energético, sirven para la construcción y reconstrucción de las células, tejidos y órganos vivos¹; los hidratos de carbono forman para las actividades del organismo el material inmediatamente disponible y oxidable; las grasas que a falta de fuentes naturales pueden formarse también de hidratos de carbono o proteínas, forman el depósito de material energético. También se asignaron a animales y hombres de cualquier condición de vida y ocupación las correspondientes cantidades, necesarias para la conservación de la salud y desarrollo de su actividad normal. Mas al

¹ En su publicación «Evolución y Fundación biológica de las Proteínas» (1943), el Dr. J. Méndez, de la Univers. Nacional de Bs. Aires, resume los importantísimos y prácticos resultados de 40 años de propias investigaciones médico-biológicas; además de dar nuevas orientaciones fundamentales de la inmunidad, p. ej., de la naturaleza de la enfermedad, de la estructura y configuración de las proteínas, etc., abandona la mal fundada idea de la «lucha» intracelular; en cambio, restaura con nuevo sentido el antiguo concepto de los humores.

tener cuidadosamente alimentados a perros con dietas científicamente dosificadas, dichos perros dejaron de vivir; les había, sin duda, faltado algo que antes recibieran copiosamente en la leche materna, la carne cruda, etc., a saber: sales inorgánicas, ante todo de los elementos sodio, potasio, calcio, fósforo; hoy día se les asignan importantes funciones colectivas y particulares en las células y órganos vivos. Con estas nuevas substancias, los problemas de la alimentación humana parecían debidamente solucionados. Sin embargo, aún no dormían tranquilamente todos los seres humanos en la órbita terrestre. Algo importante parecía todavía faltar a los innumerables enfermos del Lejano Oriente afectados por el beriberi, que antes se habían alimentado a base de arroz. Otra cosa desconocida parecía faltar a millones de hombres afectados por la pelagra, enfermedad endémica en las regiones que cultivaban y consumían maíz como pan de cada día. Carecían de otro elemento vital los pueblos afligidos por escorbuto, la niñez clavada en la cama víctima de dolores raquídeos, como otro y más inocente Prometeo en su roca. Estas y otras afecciones enigmáticas constituían el noble objeto de las investigaciones asiduas del fin del siglo pasado y los decenios subsiguientes. Después de descartadas las suposiciones sobre una participación bacteriana en la etiología morbosa, había que revisar los conceptos ya «clásicos» y por eso inobjetables sobre la alimentación condigna y congrua para la salud del animal racional. Al fin, recurriendo a observaciones y ensayos en animales irracionales, desde el pollito, rata, cobayo, hasta el mono, se logró sacar a luz, a precio de inmensa abnegación científica y gastos siempre crecientes, una tras otra, toda una serie de substancias hasta entonces desconocidas, eficaces en cantidades de una millonésima de gramo, factores que decidían sobre la suerte, vida y muerte de pueblos; porque a la luz de los nuevos resultados obtenidos, ya no constituye un enigma impenetrable la degeneración y desaparición de pueblos de alta cultura, aglomerados en grandes ciudades y a menudo separados así de las mejores fuentes de salud naturales, con alimentación casi exclusiva a base de un solo producto natural, del trigo, por ejemplo, que no les proporcionara todas las substancias vitamínicas necesarias; a estos desafortunados pueblos, acechados además por adversos factores climatológicos, invadidos por enemigos fuertes o microbios im-

placables que a intervalos iban consumiendo la médula popular, imposibilitados de cambiar sus residencias de cultura como lo hacían tribus de civilización primitiva africanas bajo los ataques de enemigos exteriores y hasta microbianos, no les quedaba mejor suerte que la esclavitud o la decadencia general y la muerte. Porque la Naturaleza es la Madre de vida inagotable sólo para quienes buscan el contacto con sus fuerzas íntimas y siguen sus leyes inviolables. Ese hecho olvidado en las « culturas » humanas forma parte de los más vitales conocimientos que la moderna Vitaminología podía establecer en el camino que la llevaba de vuelta a las fuentes microbiológicas de la naturaleza.

PUNTOS DE ENFOQUE

La investigación científica de las vitaminas comprende:
la comprobación de un cuadro patológico específico;
el tratamiento eficaz mediante remedios específicos que contengan el factor activo;

su presencia y formación en vegetales y animales.

aislamiento del factor activo en forma pura, investigación de su estructura química, síntesis artificial, estandarización y dosificación clínica;

su función biológica en animales y en el hombre.

Hasta la fecha se han separado lo suficiente unas 25 vitaminas y factores activos, algunos de ellos de poca o ninguna importancia práctica para el hombre, pero sí para uno u otro animal.

Químicamente, las vitaminas no presentan estructuras características que permitan agruparlas bajo un mismo grupo químico, si bien la mayoría pertenece a la serie cíclica, y las vitaminas mejor conocidas del complejo grupo B contienen nitrógeno en sus fórmulas, en oposición a las otras vitaminas hasta ahora analizadas.

El presente estudio se limitará a exponer las vitaminas principales y esenciales para el hombre, a saber:

la vitamina A o Axeroftol, de actividad antixeroftálmica;

la vitamina D o antirraquítica; las dos solubles en grasa;

el grupo de vitaminas del complejo B;

la vitamina C o antiescorbútica;

estas, en cambio, son solubles en agua.

Una carencia relativa de una vitamina produce los síntomas, no siempre manifiestos, de la *hipovitaminosis* correspondiente; la carencia total y su cuadro morboso se designa como *avitaminosis*.

LA VITAMINA A O AXEROFTOL

En el decenio de preguerra 1914, mediante largas series de experiencias efectuadas para aclarar el valor nutritivo de las más variadas clases de alimentos, se estableció que no se podían, sin grasas o bien con grasas neutras purísimas, conservar en vida los animales de ensayo o su cría. Las experiencias respectivas de von BUNGE (1905), W. STEEP (1909), se veían confirmadas por otras no menos completas realizadas por F. G. HOPKINS (1912), OSBORNE y MENDEL, MC COLLUM, DAVIS y otros investigadores anglosajones y alemanes.

Los animales —con preferencia servían ratas para tales ensayos, por tener su fisiología alimenticia muy parecida a la del hombre— sometidos a dietas libres de toda substancia accesoria soluble en las grasas, acusaban disminución y luego paro del crecimiento, y al fin, perecían. Pero añadiendo a tiempo a esa dieta artificial una pequeña cantidad de leche, manteca, yema de huevo —las dos últimas substancias también en extractos etéreos— los animales pronto recobraron su vitalidad normal; existía, pues, en aquellos productos un « factor » soluble en disolventes de grasas (éter); y en distinción del factor activo contra el beriberi, designado ya en 1911 por FUNK como « vitamina » y por la ciencia moderna « vitamina B », o mejor dicho B₁, se denominó a aquel nuevo factor activo « factor liposoluble A », vitamina A.

Su carencia en los animales se manifestaba comúnmente también con otros síntomas, a saber, graves trastornos en los ojos: las ratas presentaban keratinización de la conjuntiva y córnea, por la tendencia del epitelio de la mucosa a epidermizarse; xeroftalmia; la córnea puede también degenerar y reblandecer: keratomalacia, hasta terminar las alteraciones en ceguera permanente.

Empero esta grave enfermedad oftálmica, artificialmente producida, no era un asunto particular de ratas. Ya se habían observado varias epidemias de xeroftalmia y keratomalacia en

niños japoneses, sobre todo en el interior del país, con régimen alimenticio casi puramente vegetal; el remedio más eficaz se comprobó ser el hígado de gallina, el aceite de hígado de bacalao y la grasa de anguila. Más tarde, durante la guerra mundial, se curaba, mediante el tratamiento vitamínico ya probado también en Dinamarca, una keratomalacia muy difundida en niños mal alimentados, a causa de la excesiva exportación de mantequilla y leche a Alemania, que eran sólo leche desnatada y margarina.

En el experimento animal del perro, la xeroftalmia desaparece mediante un tratamiento de diez días a base del factor liposoluble; por esta razón los autores lo denominan Axeroftol.

Una escasa carencia de Axeroftol, la hipovitaminosis A, se manifiesta ya en muchos casos por la dificultad de ver a la luz crepuscular: hemeralopia o ceguera nocturna. Entre los prisioneros de guerra se observaron a menudo casos, atribuidos primero a chistes inoportunos, en que los soldados se equivocaban en hallar sus camas, quizá ya ocupadas por un compañero; no podían ver nada al anochecer; pero los trastornos visuales desaparecían por regla general después de recibir de sus familias comidas en grasa, salchichas, etc. Mayores peligros ofrecían los casos en que los chóferes no manejaban de noche sus coches con la seguridad acostumbrada; los tribunales, ocupados con tales incidentes o también accidentes, comprobaban a menudo como causa de dicha « mala conducta » un latente defecto visual, que también se exteriorizaba en encandilamiento por los faroles de otro automóvil; el defecto visual se curaba mediante la administración del factor liposoluble; y hoy el índice de *readaptación* tras encandilamiento momentáneo es la base de numerosos métodos clínicos para calcular la cantidad de vitamina que hay en el cuerpo. Con todo, la hemeralopia no es una afección muy moderna; la conocían ya los egipcios y griegos, y la trataban con éxito a base de una dieta de hígado. Pero hoy podemos agregar a los ya citados otros muchos casos observados entre la población negra del Brasil, los habitantes de Labrador, Terranova, Rusia, que pasan largos fríos invernales.

Al fin se ha observado en las clínicas gran número de casos que resistían tenazmente a cualquier tratamiento fuera de lo que les administraba una cierta cantidad del factor liposoluble A,

contenido en ciertos productos vegetales y animales. Los trastornos afectaban en primer lugar los tejidos y órganos que genéticamente se derivan del ectodermo, e. d., la exterior de las tres hojas embrionales blastodérmicas del hombre (y de los animales superiores); de modo que las alteraciones avitamínicas abarcan todo género de deformaciones y disfunciones del sistema epitelico, a saber, del ojo y de la vista, en que la hemeralopia no hereditaria es considerada como síntoma más precoz; de las vías respiratorias con ronquera y bronquitis; de los órganos digestivos, sobre todo una excesiva formación de esmalte y cemento y dentición defectuosa; y otras alteraciones que han de interesar al médico. La misma defensa natural del cuerpo contra infecciones se halla en peligro por la carencia de la vitamina A; su función protectora a ese respecto puede considerarse cierta pero secundaria y debida a la acción de conservar en estado de función normal la mucosa de los órganos respiratorios y visual. De todos modos se ha comprobado que en niños anteriormente privados de la necesaria dieta vitamínica persiste durante años una predisposición a infecciones.

La antigua denominación « vitamina del desarrollo » se adelantó algo a las observaciones exactas en el hombre, y de hecho conviene mejor a la Riboflavina o vitamina B₂. Lástima que todavía no tenemos conocimientos muy claros sobre el modo de acción de la vitamina A en el organismo humano, ante todo sus relaciones con el metabolismo, e. d., los procesos bioquímicos de las proteínas, grasas e hidratos de carbono. Se le atribuye un influjo positivo en una formación más abundante de purinas que a su vez facilitarían la formación del núcleo celular y de este modo la facultad regeneradora de las células, clave del crecimiento. No ignoramos hoy, de seguro, que el crecimiento es la resultante tridimensional escrita en el individuo por la concurrencia de muchos factores, hereditarios ante todo; pero lo esencial, como lo ha demostrado el doctor MARAÑÓN en su curso sobre fisiopatología dictado en el Hospital Nacional de Clínicas de Buenos Aires en octubre de 1939, no es la fuerza de los factores del crecimiento, sino la armonía entre ellos, disturbada, por supuesto, por la carencia de la vitamina A. Es sabido que el cambio de las circunstancias vitales exteriores en primer lugar se exterioriza en

un cambio de la alimentación, hecho que es dable observar no sólo en los que ganan el primer premio de lotería. Los niños criados en ciudades presentan un índice de crecimiento inferior a los de igual raza, sexo, edad y condición social criados en el campo; el verano eleva el índice, el invierno, sobre todo la segunda mitad, lo rebaja.

Naturaleza química de la vitamina A

El tratamiento de los síntomas de avitaminosis A arriba citados, con manteca, huevos, hígado de aves y peces, aceite de hígado de bacalao, era acertado. Llamaba la atención, sin embargo, que la manteca más amarilla era la más activa, y también el maíz amarillo más activo que el blanco. La substancia amarilla era ya desde un siglo antes (1831) conocida como colorante vegetal muy abundante que acompañaba el colorante verde en las hojas, la clorófila; y sobre todo se hallaba en cantidad elevada en la raíz de la zanahoria, *Daucus carota*, y por esta razón se la denominaba *caroteno*; también se halla en gran número de flores y frutos; y en otoño, cuando en los árboles desaparece la clorófila, se manifiesta la presencia del caroteno por la rica y llamativa variedad de los colores otoñales amarillentos; en cambio, el vivo color rojo de los tomates, majuelas y muchos otros frutos es producido por un colorante con igual número de átomos pero de distinta estructura molecular, e. d., un isómero del caroteno, el licopeno.

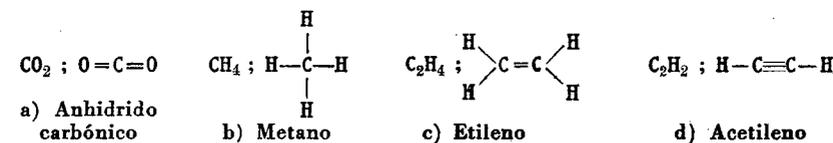
Ahora bien, en 1928 se comprobó que el caroteno obtenido en forma de cristales de color purpúreo tenía tanta actividad que unas 3-5 millonésimas de gr. diariamente agregadas a una dieta libre de vitamina A bastaban para evitar los efectos de avitaminosis en las ratas. Este hecho sugería la idea de una estrecha relación entre el caroteno y la vitamina A, cuando poco después se observó que ratas alimentadas con dieta que contenía sólo caroteno, pero no vitamina, al fin tenían en el hígado vitamina A, debido a la transformación del caroteno. De este modo se demostró que el caroteno vegetal es una profase de la vitamina A, la *provitamina A*.

Existen en las plantas unos cinco cuerpos químicos semejantes entre sí y transformables en vitamina A, aunque no todos tienen la misma actividad elevada; tres de ellos forman el grupo de los carotenos, distinguidos entre sí como caroteno α , β y γ ;

todos son compuestos moleculares con 40 átomos de carbono, C, y 56 de hidrógeno, H; su fórmula empírica, por consiguiente, es $C_{40}H_{56}$. Pero sólo el caroteno β da con una molécula suya dos moléculas de vitamina A; es la provitamina más activa, por supuesto.

Pues bien, el punto de vista fundamental del filósofo acerca de las vitaminas no es su necesidad biológica, ni su distribución geográfica y presencia en los seres naturales, y mucho menos su industrialización moderna; lo constituye únicamente la disposición de la materia maravillosamente concebida y llevada a cabo por el dirigido concurso armonioso entre dos, tres o más átomos distintos entre sí, tales como los de hidrógeno, carbono, oxígeno, con el efecto final de crear y conservar un orden universal, estable y benéfico entre los seres todos, aun los de la más alta jerarquía. A éstos les toca luego también la tarea honrosa de investigar sus relaciones energéticas con las fuerzas de orden molecular y satisfacer las inquietas aspiraciones de conocer el mundo de orden metafísico. Invitamos, pues, al lector a seguirnos ahora por el sendero de algunas consideraciones teóricas.

Las comprobaciones hechas en las vitaminas han justificado las esperanzas de los químicos de conseguir descifrarlas un día como cualquier otro cuerpo químico. Consideraban, pues, esos cuerpos enigmáticos como compuestos de elementos ya conocidos según determinadas proporciones de peso, tal como lo son también el anhídrido carbónico del aire de expiración, el metano, el etileno, el acetileno, cuyas fórmulas correspondientes—fórmula empírica en primer lugar, y de estructura en segundo lugar—siguen a continuación:

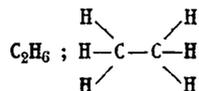


Estas fórmulas de estructura con los átomos de carbono, C, en posiciones centrales, nos revelan unos de los hechos sencillos, pero fundamentales, sobre la capacidad del carbono para

formar indefinido número de cuerpos químicos por su particular comportamiento en relación con otros átomos:

1.º El átomo de carbono tiene capacidad para unirse (b) 4 átomos de hidrógeno, H, y formar así un cuerpo natural saturado, es decir, en cuya molécula ya no cabe otro átomo; o también puede formar un cuerpo saturado combinándose con 2 átomos de oxígeno (a), cada uno equivalente a 2 átomos H; el átomo de hidrógeno es considerado como unidad de valencia o capacidad de unión entre átomos distintos; el átomo de oxígeno es, pues, divalente; el de carbono tetravalente, hecho de suma importancia. Las valencias se expresan en las fórmulas de estructura por rayitas, simples o dobles.

2.º Un átomo de carbono puede acoplarse a otro carbono, de modo que las 3 valencias libres en ambos carbonos se llenan con otros tantos átomos de hidrógeno, o menos; en el primer caso, combinándose 2 átomos de carbono con 6 de hidrógeno, resulta igualmente un cuerpo saturado, el etano:



en el segundo caso, cuando entran menos H, obtenemos cuerpos no saturados (c y d), lo que se señala por dobles o triples rayitas entre los carbonos.

3.º Aumentando el número de carbonos entre sí unidos resulta, sólo por la unión con el H, por ej., una grande cantidad de cuerpos, compuesto de C e H, que se designan con la palabra *Hidrocarburos*; y caemos ya en la cuenta de que la provitamina A pertenece al grupo de los Hidrocarburos, pues tiene la fórmula $\text{C}_{40}\text{H}_{56}$. Mas esta fórmula no puede darnos una visión del edificio molecular como tampoco podemos conjeturar los planes artísticos de un arquitecto por el montón de ladrillos y barras de hierro que ocupan un terreno baldío. Debemos buscar, pues, la fórmula de estructura exacta, porque además en ella sola encontramos el asiento del factor activo vitamínico. La prueba está en que el licopeno, cuerpo arriba ya mencionado como isómero del caroteno, no se transforma en vitamina; el distinto comportamiento se explica por la estructura distinta de la molécula.

Licopeno y caroteno se asemejan, sin embargo, en ser cuerpos no saturados, pues no corresponden a la fórmula general de hidrocarburos saturados: $\text{C}_n \text{H}_{2n+2}$; tienen, por consiguiente, un determinado número de carbonos unidos con dobles rayitas o ligaduras. El etileno, p. ej., tiene en oposición al etano una doble ligadura (c), lo que se expresa también por el nombre eteno; el licopeno y los carotenos tienen un gran número de dobles ligaduras, o sea, son polienos.

Aquí señalamos también la substitución muy frecuente de un H por el grupo igualmente monovalente o radical $-\text{CH}_3$, el metilo; así el metano da etano: CH_4 , $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$; el grupo $-\text{CH}-$ pasa a $=\text{C}-$ tal como nos lo mostrará la provitamina A.

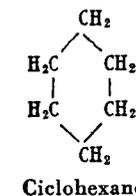
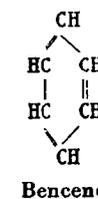


4.º De mayor importancia y al fácil alcance del entendimiento formado, es la clara comprensión de la disposición y encañamiento de los átomos de carbono.

El etano, los componentes de nafta, de kerosene, el azúcar y muchos otros cuerpos químicos tienen los carbonos en una cadena abierta, e. d., los carbonos terminales no están unidos mutuamente: $\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}$. Tales cuerpos forman la *serie acíclica*; el caroteno contiene una cadena de carbonos de este tipo como elemento constitutivo.

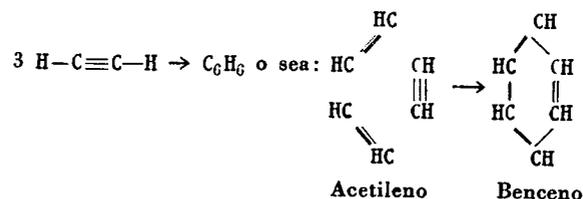
El benceno, C_6H_6 , y gran número de cuerpos orgánicos pertenecen a la *serie cíclica*, por tener unidos los carbonos terminales en forma de un hexágono: anillo bencénico; los vértices del hexágono están ocupados en el benceno por sendos átomos de carbono unidos con un átomo de H; quedan libres, pues, 6 valencias, que en el esquema de benceno están marcadas por 3 dobles ligaduras.

Un hidrocarburo bencénico sin dobles ligaduras, por tener 6 H más que el benceno, se nos presenta en el *ciclohexano*, que se encuentra en cantidades muy notables en los petróleos rusos. Ese anillo, por las substituciones que en él realiza la naturaleza y la técnica, tiene gran interés teórico y práctico, pues a él se reduce la estructura de muchos cuerpos de importancia industrial. Los carotenos tienen



como segundo elemento constitutivo un anillo semejante al del ciclohexano, en que los dos H del C superior y un H del tercer C están substituídos por otros tantos radicales metílicos, CH₃. Es menester, sin embargo, observar que ese anillo del caroteno no es en modo alguno, a pesar de la semejanza exterior, de origen bencénico. Hemos de deducir su formación por otro camino, subiendo la última cuesta de la explicación teórica.

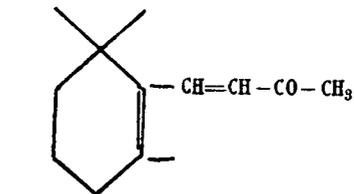
Sabido es que 3 moléculas de acetileno, C₂H₂, mediante catálisis técnica, pueden condensarse, o mejor dicho polimerizarse, en una molécula de benceno; esta síntesis, descubierta ya en 1866 por BERTHELOT, interpretase en el sentido de que las terceras ligaduras se abran y sirvan de enlaces entre las tres moléculas de acetileno para su ciclización.



En manera semejante, hidrocarburos acíclicos del grupo de los *Terpenos* manifiestan la tendencia a ciclarse. El componente principal de la esencia de lemongrass, el citral C₁₀H₁₆O, puede en el laboratorio convertir en unos cuerpos de estructura *cíclica*, de perfume sumamente poderoso y que en solución chirle huelen a violetas; por este olor a violetas (viola, del griego *ῥον*), y el grupo funcional de cetona:

—CO—, se designan estos productos y anillos ciclizados con la palabra *yonona*; la forma *β*-yonona tiene la estructura que muestra el gráfico; y este anillo que hallamos como elemento constitutivo en el caroteno, le confiere el potencial vitamínico.

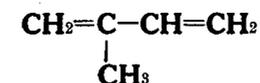
Llama la atención el hecho de que en el *β*-caroteno encontramos la *β*-yonona dos veces, y una sola vez en el *α* y *γ*-caroteno, que



β-yonona, obtenido del citral, mediante acetona: CH₃—CO—CH₃.

son mucho menos activos que el *β*-caroteno. Las dos yononas se sitúan, en la constitución molecular del *β*-caroteno, en los extremos de una larga cadena de carbonos no saturados.

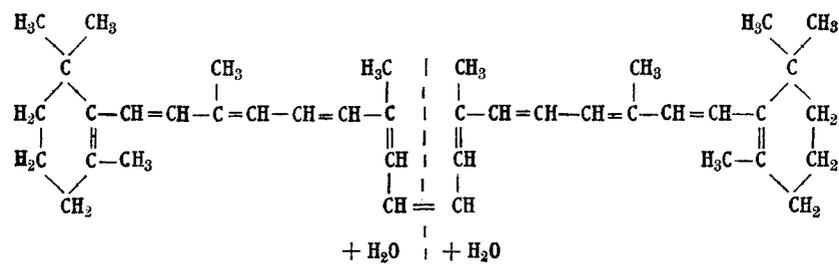
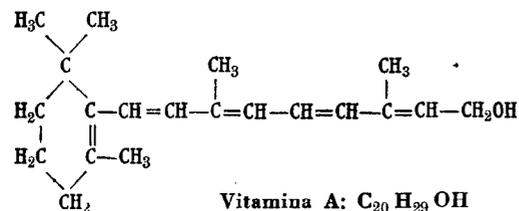
A pesar de la desemejanza exterior, los anillos y la cadena están vinculados entre sí por el origen común de su estructura: pues la yonona tiene la estructura de terpeno ciclizado, conteniendo en el anillo de carbono la fórmula de los verdaderos Terpenos: C₁₀H₁₆; y la misma estructura terpénica, hemimorfa sin embargo y acíclica, la encontramos 4 veces en la cadena central del caroteno, en la forma de isopreno C₅H₈ o sea



La suma de los 40 carbonos se reparte pues por igual entre los dos anillos y la cadena, prueba elocuente de una mano coordinadora.

5.º La previa exposición nos permite transcribir ahora la *fórmula de estructura* del caroteno y de la vitamina, respectivamente. Pero ante todo vamos a responder a la pregunta principal de cómo el caroteno o provitamina A, que únicamente se forma en la planta, en el organismo animal se transforma en la vitamina A. Esta operación bioquímica se efectúa en el laboratorio del hígado, mediante un obrero microbiológico, el fermento carotinasas; su acción hace entrar dos moléculas de agua, H₂O, en el centro de la molécula del caroteno, provocando con esto la ruptura de la molécula en dos partes, las que representan dos moléculas de vitamina A en el caso del *β*-caroteno, pero una sola en otros carotenos.

La *vitamina A*, por tener en su estructura química el grupo funcional —CH₂OH, es un alcohol primario; en la cadena lateral posee 4 ligaduras dobles, tan necesarias para la actividad como el anillo de la *β*-yonona. La fórmula condensada es C₂₀H₂₉OH. A la temperatura ordinaria es un aceite débilmente amarillo que se conserva bien excluyendo luz y aire, mientras en cambio rayos ultravioletas y oxígeno alteran la estructura molecular, por lo que pierde la actividad vitamínica. Se congela, formando cristales, a los 8º bajo cero.

Fórmula de estructura del β-caroteno: C₄₀ H₅₆Vitamina A: C₂₀ H₂₉ OH

Distribución en la naturaleza

1.º *La provitamina A.* En el reino vegetal no se ha encontrado el factor vitamínico A sino como caroteno, asociado a la clorófila; un elevado contenido caroténico se ha observado en plantas sobre terrenos ricos en cobre, manganeso, níquel. Habiéndose establecido la necesidad diaria del caroteno en el niño, en unos 2 mg., ó 1 mg. de vitamina A, y la del adulto en 2-4 mg. de caroteno, se puede apreciar el valor vitamínico de los distintos productos naturales, teniendo en cuenta el que en la medida arbitraria corriente de vitamina A se toman como equivalentes a un mg. mil unidades internacionales (U. I.); las cifras dadas en paréntesis después del nombre del producto son el número de U. I. contenido en 1 gr. de substancia.

Verduras: espinaca (110), zanahoria, berro y acelga (70), colinegro (120), lechuga (25), tomate (15), hojas de diente de león (200).

Legumbres: chauchas, guisantes verdes y cocidos (20).

Frutas: damasco o albaricoque (8), dátiles (80), zapallo (6), banana (4), ciruela (3), cereza (5), naranjos (5).

Cereales: gérmenes de centeno y trigo (6), grano entero de maíz amarillo (1-2).

En el hombre y animal herbívoro, como ya se ha dicho, se transforma el caroteno en vitamina A. Se han encontrado también en la sangre del hombre pequeñas cantidades de caroteno, en aumento después de los 50 años de edad.

2.º *La vitamina A.* No la contienen las plantas, porque su formación se efectúa sólo en el hígado animal. Los carnívoros la reciben en las carnes de su presa, y ya no realizan la síntesis de la vitamina A; el hígado del gato parece hasta haber perdido esta capacidad fisiológica; el gato, por consiguiente, forzosamente habrá de cazar ratoncitos hasta el fin del mundo. La vitamina A se deposita en algunos órganos animales en cantidades notables, de modo que éstos tienen un elevado contenido vitamínico; entre las carnes se destacan éstas: riñones y timo de ternera (15-20); hígado de vaca y de aves (5-10); la carne de cordero (2), etc. Cantidades asombrosas de vitamina A se hallan almacenadas en hígado y aceite de hígado de peces marinos, sobre todo del bacalao (hígado 60-200 U. I. por 1 gr. de substancia; aceite de hígado 30-1500); del mero (halibut), el hígado (2.500) y el aceite hasta 40.000; muy ricos son también el salmón, la merluza, el arenque, sardina en conserva, etc.

Entre los *productos animales* ricos en factores vitamínicos A se destacan la manteca (20-30), el huevo de gallina (5-15, o sea por huevo 250-700 U. I.), la leche de vaca en el litro 1000-1500, y más aún el calostro; pero no lo contienen el huevo de pato, la leche condensada y en polvo.

La preparación de los alimentos por cocción hace perder gran parte del contenido vitamínico A cuando en presencia del aire se lo somete a elevadas temperaturas, manteniendo por ej. la leche caliente en un recipiente abierto en vez de hervirla pronto; en cambio se conserva perfectamente en frío, como también en alimentos envasados. La cocina moderna ya no ignora estas lamentables pérdidas.

La Química, después de descifrar la escritura de la constitución molecular de la vitamina A, logró al fin obtenerla en el laboratorio mediante una síntesis muy complicada. Mas la fuente técnica para los puros preparados farmacéuticos, disponibles para la indicación médica, la constituye el aceite de hígado de bacalao y otro pescado, recomendable al uso popular tanto más por contener asimismo en solución oleagínosa la antirraquítica

vitamina D. Desde hace algunos años se ha generalizado, en la terapéutica de heridas profundas, y de quemaduras de todas clases, el empleo del ungüento de aceite de hígado de bacalao. Pero en gran manera sobresalen los resultados que diariamente se obtienen por la aplicación de la vitamina A, en los trastornos visuales arriba indicados, en ciertas infecciones agudas o crónicas, en bronquitis, resfríos, neumonías, gripe. El sector más beneficiado por los progresos en el tratamiento con la vitamina A es el de los niños; basta mencionar que en la difteria las antitoxinas en circulación se duplican y triplican después del uso de la vitamina A. Por estas razones es una necesidad imperativa proporcionar a los niños en abundancia leche no desnatada, huevos, fruta, verduras, y en casos de insuficiencia vitamínica, añadir una cucharada de aceite de hígado de bacalao de valor estandarizado, sobre todo en el invierno y primavera.

La dieta moderna tiene motivo para agradecer la sabia y benéfica disposición de la Iglesia Católica que, desde hace siglos, en los meses en que escasean las verduras, las frutas las legumbres y la leche para los pueblos del otro hemisferio, les abre el camino —mediante sus preceptos de ayuno y abstinencia— hacia la fuente inagotable de la vitamina A: el *pescado*.

LA VITAMINA D

Una nomenclatura caprichosa tiene separadas las dos vitaminas A y D, cuyos comunes rasgos exteriores aconsejan juntarlas en esta exposición. Ambas son solubles en disolventes de grasa, y por esta razón las encontramos en grasas naturales, sobre todo en la leche materna y de vaca, clara de huevo y aceite de hígado de pescado, del bacalao ante todo; ambas son de primera necesidad para la niñez; y se forman de provitaminas ingeniosamente compuestas, con preferencia en las plantas. Mas con esto se acaba el parentesco exterior entre las dos vitaminas. Hemos de buscar en adelante el camino que llevó a la ciencia al esclarecimiento de la substancia que designamos hoy como Vitamina D.

La vida, esa conspiración armoniosa de energías en sensibles órganos acoplados, ha de resentirse no sólo por terremotos y violentos asaltos bacterianos, sino por el defecto prolon-

gado de cualquier condición favorable a su desarrollo. Lo que a su modo manifestaba una cabra a HARRY STEENBOK, cuando la tenía bien provista con su pasto preferido y encerrada en un oscuro establo; pues en su metabolismo acusaba eliminación de mayor cantidad de calcio de la que recibiera; el calcio, por supuesto, provenía de los huesos y líquidos coloidales, y tal gasto fuera del presupuesto fisiológico podía acabar con la vida; mas el benévolo amo dejó a la cabra saltar al aire libre, y pronto se normalizó el metabolismo.

En semejantes condiciones de vida, con falta de luz solar durante meses, pasan millares de seres humanos su niñez; en sótanos oscuros, en bohardillas húmedas de ciudades industriales, ni siquiera pueden adivinar el cielo azul ni el sol; y si una joven, con mover cada hora su único rosal en la estrecha franja de sol que se deslizaba en su bohardilla neoyorquina, obtuvo en la Exposición de Rosas el gran premio, esos cuidados no los pueden prodigar las gentes pobres a sus vástagos sucios y hambrientos. Y las consecuencias tampoco pueden ser agradables: trastornos en la estructura ósea con todas las notas de la enfermedad conocida con el nombre de *raquitismo*. En ciudades inglesas se habían observado y descrito sus síntomas característicos hace ya tres siglos, y en algunos países se denominaba también «enfermedad inglesa» a ese mal que azotaba a las clases pobres, sobre todo a los niños entre seis meses hasta dos años de edad, y no raro hasta seis y nueve años.

SINTOMAS DEL RAQUITISMO

El nombre raquitismo, del griego *ῥάχις* = espina dorsal, señala la parte del cuerpo más afectada por los trastornos, a. s. desviaciones de la columna vertebral. Pero abundan otras perturbaciones en el sistema óseo, en el dentario, en el estado general de salud, y sobre todo en el metabolismo del calcio y fósforo.

a. El *sistema óseo* presenta, por una calcificación deficiente, deformaciones de los huesos, sobre todo de los huesos largos de las extremidades inferiores, del tórax, de la cabeza, y de la columna vertebral. Los huesos largos son blandos, frágiles, flexibles, de modo que por el peso del cuerpo y de las tracciones mus-

culares se producen torsiones, curvaciones de las extremidades inferiores (piernas en X y arqueadas), y a menudo ocurren fracturas difícilmente curables.

El tórax del raquítico suele presentar el «rosario raquítico» o sea nódulos al nivel de la articulación de las costillas óseas con los cartílagos costales; más tarde se aplanan el tórax lateralmente, resultando el «tórax de pollo» o «en quilla».

La columna vertebral presenta desviaciones (escoliosis, etc.); los huesos de la pelvis se deforman en manera de ofrecer estorbos muy graves a funciones vitales (p. ej. en el parto).

b. Las alteraciones del *sistema dentario* consisten en trastornos producidos en la implantación y formación de los dientes; aparecen con atraso, quedan frágiles y quebradizos, presentan caries y manchas en la superficie, con estrías en el esmalte.

c. El mal *estado general* de los niños raquíticos se manifiesta en la piel marchita y pálida, la musculatura relajada; en anemia, disposición para sudor, infecciones y, sobre todo, para la tisis.

d. Las alteraciones observadas en huesos raquíticos son relacionadas, sin embargo, con una disfunción fisiológica más profunda, a. s. una perturbación del *metabolismo mineral* cuya intervención en la salud ya hemos destacado en la Introducción. Es sabido que para la formación de la parte mineral del hueso normal son necesarios el calcio y fósforo en forma de sus carbonatos, en proporción conveniente, e. d. que la relación calcio: fósforo sea alrededor de 2:3. Si la proporción es muy distinta de la indicada, o la cantidad absoluta de cualquiera de los dos elementos está muy disminuída, entonces, en ausencia de la vitamina D se producen las alteraciones en los huesos ya descritas. Ya antes de los síntomas clínicos, se nota en el suero un descenso del índice fosfórico de 5 ó 6 mg. en 100 ccm. en el niño normal; a menos de 3 y hasta 1 mg. en el raquítico; en cambio, el índice cálcico se mantiene por bastante tiempo normal, c. d. con 10-12 mg. en 100 ccm., bajando luego en el raquitismo grave como consecuencia de la eliminación, aumentada por vía intestinal, de modo que aparece el balance negativo en el metabolismo arriba señalado. Ahora bien, la vitamina D interviene en una manera todavía no del todo aclarada en la absorción de una cantidad suficiente de calcio en el intestino, aumentando la

permeabilidad de las células para el calcio y también el ácido fosfórico. Con esta acción, parece que la vitamina D favorece la formación de ciertos complejos absorbibles Ca/P en la sangre, y luego contribuye a la precipitación de las sales de calcio y a la fijación del fósforo en los huesos.

El raquitismo es, por consiguiente, la enfermedad del sistema óseo causada por la incapacidad del organismo para absorber suficientemente y fijar los dos elementos calcio y fósforo en las células óseas. Mas esta falta fisiológica se debe a la ausencia o escasez del factor regulador de estas acciones vitales, e. d. del factor que hoy denominamos «Vitamina D». La vitamina D modifica todas las alteraciones óseas relacionadas con el raquitismo genuino en el más amplio sentido de la palabra, y llena de esta manera las exigencias de un específico antirraquítico.

DESCUBRIMIENTO DE LA VITAMINA D

Con describir los resultados obtenidos en la lucha antirraquítica mediante la vitamina D, nos hemos adelantado a los hechos. Porque al principio de las investigaciones sobre el raquitismo, cuando durante el recrudecimiento de la enfermedad a causa de la primera Guerra Mundial el DR. MELLANBY observó que cachorros raquíticos recobraban la salud con un agregado de aceite de hígado de bacalao, se atribuía ese buen efecto a la substancia liposoluble A que Mc COLLUM poco antes había comprobado en este aceite. En 1922, empero, Mc. COLLUM demostró que el aceite conservaba su acción antirraquítica aun después de destruir por oxidación el factor antixerofálmico; había que buscar, pues, en el aceite de hígado de bacalao otro factor activo y separarlo por procedimientos especiales; pero la búsqueda tardó bastante en dar resultado, y la ciencia tuvo que dar un rodeo para llegar a su meta.

El pediatra berlinés HULDSCHINSKY, encontrándose con un gran número de niños raquíticos de la postguerra, les aplicó los rayos ultravioletas de la lámpara de mercurio; no es improbable que le haya sugerido ese nuevo tratamiento la observación hecha en un sanatorio suizo de niños, situado en las montañas, donde los enfermos que ocupaban las camas expuestas incidentalmente al sol sanaban mucho más pronto que los otros; por lo

demás, ya era de dominio público el hecho de que el clima saludable de los montes suizos debía su fama a la abundancia de radiación ultravioleta. De todos modos, el nuevo tratamiento daba resultados halagüeños: con pocas irradiaciones mejoraba el estado general de salud de los niños; al cabo de dos meses se habían afirmado los huesos por una calcificación normal y todos los niños habían sanado.

Esa noticia sensacional indujo al investigador norteamericano de la cabra a someter ratas a nuevos ensayos, comprobando que los animalitos vueltos raquíuticos por una dieta raquítógena, siempre sanaban por irradiaciones con luz ultravioleta. Poco después comunicaron de Gran Bretaña qué bastaba, para obtener ese efecto positivo, la sola irradiación de la jaula, o mejor, de los alimentos puestos en la jaula. Y más aún, los alimentos menos activos, bajo la acción previa de la luz ultravioleta, llegaban a poseer propiedades antirraquíuticas. Debía encontrarse, por consiguiente, en la piel y los alimentos una substancia que por la luz de onda corta adquiriera las propiedades saludables del factor ya localizado en el aceite de hígado de bacalao. Se trataba, pues, de una forma inactiva o sea de una *provitamina* en la piel y en los alimentos que, por la irradiación ultravioleta, se transformaba en la vitamina D. En los primeros tiempos de búsquedas laboriosas se tomaba el colesterol por provitamina, ese alcohol químico muy difundido en la naturaleza, cuyo nombre se deriva del griego $\chiολη$ = bilis, porque se lo encontró primero en los cálculos biliares. Después se comprobó, sin embargo, que no al colesterol, sino a un cuerpo que acompañaba al colesterol en pequeñísimas cantidades, el *ergosterol*, había que atribuir la función de provitamina D. Del ergosterol irradiado lograron químicos ingleses y alemanes obtener la vitamina pura en forma de cristales rojos prismáticos, dotados de una actividad antirraquíutica muy enérgica y resistencia extraordinaria a las altas temperaturas.

DISTRIBUCIÓN DEL FACTOR ANTIRRAQUÍTICO

La *provitamina* D, o sea el ergosterol, se encuentra en algunos hongos comestibles, en el huevo de gallina, y sobre todo en la levadura; 10 kg. de levadura pueden dar hasta 15 gr. de

ergosterol; además existe junto con otras esterinas crudas en plantas, sobre todo en aceite de semilla de algodón, en tejidos animales, etc.; en las esterinas crudas de la lombriz de tierra, p. ej., hay una cantidad muy notable, hasta 23 %, de ergosterol, hecho que puede explicar el alto contenido de ergosterol en el huevo de gallina. En el cuerpo animal, el ergosterol pasa a la sangre que lo lleva a la piel, donde la luz solar lo activa mediante transformación química. Empero, para esta operación no sirve cualquier luz solar, sino sólo el sector invisible de rayos ultravioletas, con absorción máxima entre 260-290m μ . de longitud, o de 2790 y 2940 A° (unidades de Angstroem); las ondas de 3130 A° son cien veces menos activas que las próximas a 2950 A°. Esos rayos tampoco los encontramos en cualquier lugar ni en cualquier mes y hora del día; en las ciudades pueden penetrar sólo en días de verano despejados, en horas antes del mediodía, cuando no dificultan o del todo impiden su paso el humo y el polvo, y mucho menos la lluvia o la niebla. Mejores son las condiciones en playas y montañas, donde la abundancia de rayos activos no sólo puede estropear el material fotográfico —a menos que se usen filtros que los absorban— sino también la piel del cuerpo sin discreción expuesta al sol, y a través de la cual, una vez curtida, ya no pasan, porque los pigmentos oscuros forman un filtro más denso que el tejido de ropa liviana. En la terapéutica del raquitismo, desde HULDSCHINSKY se usan las lámparas de mercurio, cuyos vapores producidos por el arco voltaico emiten en abundancia rayos ultravioletas que el vidrio de cuarzo deja pasar, de modo que se ha substituído el clima alpino por el sol artificial de altura en este aspecto bien limitado.

La vitamina D, obtenida por la irradiación del ergosterol, se distingue, sin embargo, en algo de la vitamina hallada en el aceite de hígado del pescado, de modo que se las diferenciaba también por la designación, denominando a la vitamina pura natural del aceite de hígado vitamina D₁, y el derivado del ergosterol vitamina D₂, o «calciferol». La vitamina D₁ contenida en los aceites de pescados proviene probablemente de una síntesis directa, y en parte de los alimentos constituídos por el plankton marino. Es química y biológicamente idéntica con una vitamina que se puede obtener en el laboratorio por irradiación de otra substancia, el dehidro-1-colesterol, y esta vitamina se designa con

la letra y número D₃. La provitamina D₃ se halla también en muchos tejidos y órganos animales, junto con el colesterol que se encuentra sobre todo en cálculos biliares, tejidos nerviosos, en el cerebro, glándula suprarrenal y ovario. Además se han obtenido de sus provitaminas respectivas, las vitaminas D₄, D₅ y D₆, de acción antirraquítica débil o discutible. Para las vitaminas D₂ y D₃ se señalan como valores biológicos en un mg. de vitamina pura 40.000 U. I. y 24.000 U. I., respectivamente; la unidad internacional de vitamina D equivale a una diezmillonésima gr. = 0,1 γ de ergosterol. Prácticamente designamos con el nombre genérico «vitamina D» el producto animal D₁ y el vegetal D₂. Y en forma de resumen destacamos:

La *Provitamina D*, o sea las provitaminas D₂ y D₃, se halla muy difundida, pero no en abundancia, en algunas plantas, huevo de gallina, levadura, en la piel y órganos del hombre y de animales.

La *Vitamina D* escasea en la naturaleza, sobre todo en plantas;² la contienen la manteca, la leche, cuyo valor antirraquítico aumenta en mucho por el elevado contenido de calcio y fósforo; muy ricos son los aceites de hígado de pescado, que en un gr. de sustancia pueden contener valores de 100-400 U. I. en el bacalao, en el atún 500 U. I., por regla común empero no sobrepasan 10 U. I. La yema de huevo contiene en sus 15 gr. de sustancia 4-50 U. I., un l de leche 4-40 U. I. Por irradiación directa aumentan los valores de la leche notablemente, de modo que una buena leche, sobre todo de vacas criadas en el campo o montañas, es la principal fuente de vitamina D para niños y adultos.

Mucha discrepancia hay entre los autores al asignar las cantidades de vitamina D necesarias al hombre para evitar los síntomas de raquitismo; mas siempre son muy reducidas; para el niño sano se señalan 15 U. I. = 1 unidad clínica por día; para curar el raquitismo hasta 5 u. clín.; se desconocen las exigencias para el adulto, pero no han de ser muy diferentes de las del niño.

En pueblos y regiones que en su alimentación prescinden de los productos del ganado vacuno, el raquitismo no sólo se

² La vitamina D ha sido encontrada en algas marinas («sargassum»), en algunos hongos, como el champignon blanco, y sobre todo en la levadura sometida a irradiación; pero, en cambio, las investigaciones en 83 especies de legumbres y frutas resultaron casi infructuosas. S. RUIZ, Madrid, 1941.

manifiesta en niños, sino que puede afectar también a los adultos en forma de raquitismo tardío; sus síntomas son ante todo dolores lancinantes en las piernas, una reducción general de la capacidad física y cansancio; en casos graves se presenta el cuadro clínico de osteomalacia, o sea de reblandecimiento de los huesos, cuya aparición en los conventos de clausura austríacos durante la primera Guerra Mundial dejó un saldo triste de muertos. Claro está que en este y otros casos, como el de la tetania o hiperexcitación nerviosa con espasmos musculares, provocada por constante deficiencia de calcio en la sangre, la administración de la vitamina D está reservada al médico; en primer lugar por el carácter tóxico que en oposición a las otras vitaminas pueden manifestar cantidades demasiosas elevadas de la vitamina D, y en animales pueden producir la muerte; luego por las relaciones complejas con otras vitaminas, con sales minerales, con las hormonas, de modo que a menudo se obtiene el éxito esperado echando a vuelo no una sola campana, sino todo el campanario. Los trastornos en el metabolismo cálcico, p. ej., a menudo exigen la administración combinada de calcio con las vitaminas D, C y A.

Si la vida siguiese siempre las huellas de los progresos científicos, el raquitismo habría dejado de ser una enfermedad humana, y sólo se ocuparía de él la historia y la higiene preventiva; porque hoy día es posible prevenir en cualquier niño la enfermedad por carencia de vitamina D, sea mediante baños de luz solar y ultravioleta artificial, sea mediante alimentos ricos en vitamina D, sobre todo leche irradiada y aceite de hígado de bacalao, y en fin con preparados sintéticos de pura vitamina D; entre éstos, por su dosificación exacta y los resultados inmejorables, cabe mencionar el «Vigantol», producto de la Casa Bayer. Al enumerar en primer lugar los baños de sol, no es nuestra intención aprobar el abuso popular que un autor norteamericano descalifica como «costumbre pésima de quemarse demasiado la piel»; aparte de otras razones no accesibles a la numerosa clase de nudistas, es útil aducir el hecho de que la irradiación de las esterinas, en especial del ergosterol, origina también productos inactivos y hasta venenosos. Y aún más han de llamar la atención los resultados de las investigaciones sobre la relación causal de la luz solar y ciertas lesiones precancerosas

de la piel. El Prof. Dr. A. H. ROFFO describe las lesiones cutáneas producidas por rayos solares del sector ultravioleta como acumulaciones de hipercolesterina que tienden a producir la cancerización de los tejidos: « el porcentaje de colesterinización del tejido aumenta a medida que éste evoluciona hacia la cancerización » (Roffo, 1941). En los experimentos con ratas blancas, Roffo comprobó que de entre los animales expuestos a la radiación solar integral, contrajeron el cáncer en la proporción de 70 %, cifra que iba a alcanzar la proporción de 100 % en animales sometidos a las irradiaciones ultravioletas de la lámpara de mercurio.

Cabe recordar, pues, a los entusiastas de baños de sol el hecho de que el ergosterol, conocido ya como provitamina D₂, sólo acompaña al colesterol, cuerpo fotoactivo que tiende a formar en la piel, bajo la irradiación actínica, lesiones precancerosas.

No conviene, desde luego, desoír del todo las advertencias de médicos e higienistas, cuando aseguran que « ciertas exhibiciones a la moda, que nada tienen que ver con el arte, ni siquiera con la vida al aire libre, presentan peligros que pueden resultar graves » (Dr. J. Ewing, 1933). El investigador brasileño, Dr. MATEO DE LEMOS, llega a expresar su preocupación como sigue: « Para evitar o disminuir entre nosotros los casos de ese grave mal, urge que las autoridades competentes prohíban el abuso que se está cometiendo en nuestras playas » (1934). Pero sabiendo la tolerancia de las autoridades policiales en asuntos de las aficiones populares, el Dr. Roffo cree en « la conveniencia de llamar la atención de los que abusan de los baños solares »³.

La Química de la vitamina D, como es dable convencerse, constituye una materia compleja que en este estudio hemos de restringir a las fórmulas condensadas de los factores activos arriba indicados.

El *colesterol* o colesterina, de origen animal y químicamente un alcohol secundario policíclico, con 4 anillos y 9 átomos de carbono asimétricos, tiene la fórmula C₂₇H₄₅OH; no es pro-

vitamina; pero su irradiación parece producir la provitamina D₃, que a su vez por irradiación sucesiva se transforma en la vitamina D₃, idéntica a la D₁ del aceite de hígado de bacalao, con la fórmula C₂₇H₄₃OH.

El *ergosterol* o ergosterina, de origen vegetal (en la levadura, etc.), es la provitamina D₂, y su fórmula es C₂₈H₄₃OH que también es la fórmula de la misma vitamina D₂, el Calciferol.

La irradiación actínica que transforma las provitaminas en vitaminas, procede en su operación en manera mucho más fina que la carotinasas del hígado en la síntesis de la vitamina A al provocar la ruptura de la cadena molecular en dos partes; la acción de los rayos ultravioletas se limita a abrir en determinado lugar uno de los 4 anillos del edificio molecular, semejante a una invisible y gentil mano que en uno de los pisos de una regia mansión abriera una ventana para arrojar resplandecientes granos de oro — o sea energías saludables contra el raquitismo de las pobres clases humanas, los hijos afligidos de un mismo Padre que está en los cielos.

³ Las citas y pruebas pueden verse en « *El Sol y el Cáncer* », del Padre IGNACIO PUIG, S. J., Publicaciones Populares del Observatorio de San Miguel, F. C. P., 1935.