

PALABRAS DE SALUTACION

Excmos. e Ilmos. Señores,
Señoras y Señores

Sean mis primeras palabras de agradecimiento a quienes me habéis elegido para ocupar un sillón de académico de número en esta Real Institución, uno de los más preclaros honores que puede recibir un universitario. Tened la seguridad de que, desde este momento, me entregaré totalmente a las tareas corporativas, sin regatear esfuerzo alguno. Soy consciente de la enorme responsabilidad que tal tarea entraña, pero también sé que tan agradable obligación se verá compensada por las enseñanzas y consejos que, sin duda alguna, recibiré de todos y cada uno de los miembros de esta Real Academia. De manera muy especial y muy cordialmente agradezco a los académicos D. Román Casares López, D. Emilio Fernández-Galiano Fernández y D. Gregorio Varela Mosquera la generosidad con que apoyaron y subscribieron mi presentación.

Al primero, que bien puede servir de ejemplo para cuantos cultivamos la ciencia de los alimentos, he de agradecerle, además de su discurso de contestación, la amistad con la que siempre me ha honrado desde que lo conocí, en nuestra Escuela de Bromatología, en aquel ya lejano 1952. De nuevo y muy sinceramente muchas gracias don Román.

Si bien no directamente, han sido muchas las personas que, al contribuir a mi formación, han hecho posible este momento; de todo corazón les hago ahora pública manifestación de mi agradecimiento. Para empezar por el principio he de referirme a D. Román Blasco de Domingo y a D. Amado Casinos, mis maestros de primera enseñanza, que en la pobre escuela de mi Villarquemado natal, un pequeño pueblo turolense, tuvieron la habilidad de enseñarme a querer aprender.

Gracias también a los escolapios de Daroca y Zaragoza por la atmósfera intelectual y estimulante que en ellos encontré en la tristeza de una post-guerra fratricida y a mis profesores de las facultades de Veterinaria de Zaragoza y de Nutrición y Ciencia de los Alimentos de Cornell (EEUU), a cuyas enseñanzas y ejemplos debo mi dedicación a la docencia e investiga-

ción. Y ya que hablamos del *alma mater*, justo será recordar ahora a quienes compartieron conmigo, en un ya largo caminar universitario, las enseñanzas y consejos del profesor Pascual López Lorenzo, nuestro maestro más dilecto, jubilado en plena actividad creativa, como tantos otros, por imperativos de una Ley cuyas consecuencias pagará muy caras la Universidad en un futuro nó lejano.

Debo también recordar, agradecido y con cariño, a quienes fueron mis discípulos primero, mis colaboradores después y mis amigos siempre, cuya calidad humana y excelente formación tan agradable han hecho mi tarea de enseñar. Con ellos comparto la distinción que hoy se me otorga y de ellos y de vosotros, señores académicos, espero la ayuda y el estímulo para cumplir mis obligaciones con esta docta casa.

Por último gracias también a mi familia y muy singularmente a mi mujer que siempre me ha estimulado en mi labor, sacrificando todo, incluso lo que más deseaba, a lo que ha constituido el ideal profesional de mi vida.

* * * * *

Vengo a ocupar la vacante producida por el fallecimiento del Excmo. Sr. Dr. D. Vicente Aleixandre Ferrandis, cuya gran personalidad e incansable actividad se dejó sentir en la docencia, en la investigación y en la política científica.

Aunque mi relación con el Dr. Aleixandre fue escasa, esporádica, limitada casi exclusivamente a los actos celebrados en esta Academia, a los que siempre me gustó asistir, y a determinadas reuniones relacionadas con la enseñanza media o profesional, me dí cuenta de su gran preparación y capacidad de percepción.

De su biografía se deduce una sólida formación académica ya que realizó las licenciaturas en Farmacia y en Ciencias Químicas primero y más tarde los correspondientes doctorados; las calificaciones alcanzadas en ambas carreras dan fe de su capacidad y entrega al estudio. Fue un excelente catedrático de Física y Química en el Instituto de Enseñanza Media "Cardenal Cisneros" del que llegaría a ser Director. Quienes fueron sus alumnos todavía recuerdan con cariño la claridad y el orden de sus explicaciones, junto con el entusiasmo y calor que ponía en su enseñanza.

Sus deseos de profundizar en la ciencia que cultivaba, fundamentalmente la físico-química del vidrio y la cerámica, le llevaron al C.S.I.C. en donde pronto destacó por su entrega al trabajo, lo que le permitió obtener en 1951 el premio "Juan de la Cierva" y en 1957 el del "Instituto del Hierro y del Acero".

Trabajador incansable y buen conocedor de la situación de la docencia e investigación en España, era natural que interviniese en la política investigadora y docente de su tiempo. Entre los cargos de esta naturaleza que ostentó en el C.S.I.C. citaré la Secretaría del Patronato "Alonso de Herrera", la Vicedirección del Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal, la dirección del departamento de silicatos del patronato "Juan de la Cierva" y la dirección del Instituto de Cerámica y Vidrio.

Por lo que se refiere a la política docente hay que hacer constar que fue durante cuatro años Consejero Nacional de Educación, más tarde Director General de Enseñanza Laboral, después de Enseñanza Profesional y finalmente, al fundirse ambas direcciones, fue nombrado Director General de Enseñanza Laboral y Profesional.

Como buen valenciano el Dr. Aleixandre, era un amante de su Levante natal al que escapaba en cuantas ocasiones le permitía su muy ajetreada vida. Llevó muy hondo su valencianismo y tanto su pueblo, Alfafar, del que fue nombrado hijo predilecto, como su provincia Valencia, que lo hizo hijo adoptivo, constituyeron siempre los dos grandes amores de su vida. Otros lugares por los que también sintió especial predilección fueron Santiago de Compostela, Motril y San Clemente; de todos ellos fue nombrado hijo adoptivo.

Además de pertenecer a las más prestigiosas sociedades científicas de su especialidad, como la Europea de Cerámica, de la que fue director y la Sociedad Internacional de Ciencia del Suelo, cuya vicepresidencia ostentó, fue también Consejero de Honor de la Institución "Alfonso el Magnánimo" de la Excm. Diputación de Valencia.

Posiblemente la faceta más característica del Dr. Aleixandre fue su gran amor a la química y su sentido espíritu universitario que le llevaron a colaborar y promover cuantas actividades contribuyeran al desarrollo científico; en esta Academia en la que ingresó con un magnífico discurso sobre "El vidrio en la tecnología moderna" el día 13 de diciembre de 1973, quedan abundantes testimonios de su bien hacer.

Esta breve reseña, en la que podrían haberse citado también sus publicaciones científicas y de divulgación, creo que es suficiente para tener una cabal idea de la labor que desarrolló en su larga vida profesional y académica.

Ello me hace concluir que la Real Academia de Farmacia al proponerme para ocupar la vacante del Dr. Aleixandre, ha experimentado una notoria pérdida de calidad.

Hace exactamente un siglo, al pronunciar la lección magistral en la inauguración del curso académico 1887-1888 en la Universidad Central, aquel catedrático insigne de Farmacia que fue D. José Carracido decía, poco más o menos: "...hablar de algún problema concreto de la Química, ciencia que constituye la especialidad de mis estudios, me sería relativamente más fácil que hacerlo de otro tema de carácter general ... pero juzgo yo, que ... debemos abandonar las respectivas especialidades para mostrar algún aspecto que pueda interesar a cuantos se congregan en este acto". También nuestro director me sugirió amablemente la conveniencia de tratar en un momento como este algún tema de carácter general, huyendo de los excesivamente especializados.

Convencido de la bondad de tales argumentos, he adoptado, en consecuencia, este criterio por lo que voy a presentar ante este selecto auditorio, de una forma resumida, el "Ayer, hoy y mañana de la Bromatología".

I. BROMATOLOGIA *versus* CIENCIA DE LOS ALIMENTOS

El estudio o análisis de una definición no es otra cosa que una simple disquisición sobre el valor de las palabras empleadas en aquélla y no sobre el contenido de la cosa definida. Por ello, aunque las definiciones de una ciencia o disciplina sean en ocasiones diferentes, en casi todos sus tratados se incluyen los mismos temas.

Quizá ninguna ciencia muestre mejor que la Bromatología que son las palabras lo que frecuentemente se evalúa al establecer el valor de una definición. Por ejemplo, en nuestro país después de más de medio siglo de englobar bajo el nombre genérico de estudios bromatológicos cuanto se refería a los alimentos, llevados del mimetismo imperante, se han importado de los países anglófonos los términos de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, para sustituir al de Bromatología y lo que es peor, hasta en medios universitarios y administrativos, son muchos los que emplean estas locuciones como si se tratara de dos ciencias distintas; veamos lo erróneo de tal concepto.

Para Casares López (1956) y Montes (1981) etimológicamente Bromatología, del griego *βρωμα* = alimento y *λογως* = tratado, es la *ciencia que estudia cuanto se relaciona con los alimentos*, es decir, lo mismo que Ciencia de los Alimentos que, a su vez, ha sido definida por Gaman y Sherrington (1981) casi con las mismas palabras, al decir que es el saber que *estudia todos los aspectos relacionados con los alimentos*. Por lo tanto, séanos permitido emplear indistintamente ambos sinónimos, ya que en lo único que difieren es en su etimología: griega, según hemos visto, en el caso de la Bromatología y latina "*Sciencia alimentorum*" en el de Ciencia de los Alimentos.

Las definiciones de Casares y de Gaman y Sherrington, aunque claras, son demasiado amplias por lo que quizá sea conveniente delimitar las distintas disciplinas que tienen cabida en una ciencia que en palabras de otro gran profesor, el Dr. Hawthorn (1970), "comienza en el campo y termina en la mesa del comedor".

La Bromatología ha necesitado de los conocimientos y avances de la física, de la química, de la ingeniería, etc., para crear y desarrollar su propia

doctrina y a medida que avanzan los conocimientos bromatológicos cada vez es más patente la necesidad de incorporar las recientes adquisiciones de ciencias relativamente jóvenes como la Reología y la Biotecnología, que junto con las que constituyen sus piedras angulares (Bioquímica, Microbiología, Higiene, Nutrición y Toxicología) forman el sólido edificio que hoy es la Bromatología y en el que tienen cabida los más de 19.000 productos alimentarios distintos que constituyen el arsenal de los modernos supermercados.

Posiblemente, debido a sus antecedentes, resulta una tarea ardua delimitar qué se entiende por Bromatología o Ciencia de los Alimentos. Es difícil hallar una definición que satisfaga a la mayoría de los profesionales cuya vida se dedica al estudio de algunos de sus aspectos. Señala Potter (1978) que, hasta hace unos 20 años, eran muy pocos los científicos, tecnólogos y demás personal de los departamentos industriales de producción de alimentos que como ahora estudiaban específicamente Bromatología; en general procedían de otros campos científicos, principalmente de los que forman las ciencias básicas en las que se asienta nuestra disciplina.

La utilización en los países latinos de la palabra Bromatología y recientemente de la de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, ha creado, como se ha dicho más atrás, bastante confusión: el mismo que ha producido en los países sajones el empleo de Ciencia de los Alimentos y de Tecnología de los Alimentos. Por ejemplo, Bate-Smith (1962) distingue entre Ciencia de los Alimentos y Tecnología de los alimentos; sostiene que la primera se preocupa del *conocimiento* o *comprensión* de los alimentos, mientras que la Tecnología tiene como objetivo su *explotación* o *aplicación*. Ambas utilizan los mismos conocimientos, pero bajo dos puntos de vista distintos: La primera analiza los principios básicos en los que se fundamenta el progreso científico; la segunda selecciona y aplica dichos progresos a la resolución de problemas concretos.

Mrak (1962), contrariamente a Bate-Smith, cree que Ciencia de los Alimentos es igual que Tecnología de los Alimentos.

De acuerdo con Potter hubo un tiempo en el que se sugirió en EEUU que el término de Tecnólogo de los Alimentos se aplicase a quienes disfrutaban del grado norteamericano de *Bachelor* y el de Científico de los Alimentos se reservase a los que poseían un *Master* (licenciatura) o un *Ph. D.* (doctorado) que tenían, naturalmente, competencia investigadora. No obstante, tal distinción no es definitiva y actualmente, para aumentar más el confusiónismo, ambas titulaciones se emplean con el mismo significado.

Los conocimientos requeridos para alcanzar una licenciatura en Ciencia y Tecnología de los Alimentos se ven limitados por la falta de una definición general, admitida por todos, de lo que significa Bromatología. Para algunos debiera estudiar todos los aspectos referentes a los alimentos, incluidos su producción, manipulación, procesado, almacenamiento, distribución, venta y aprovechamiento o consumo; otros limitan el objeto de estudio de esta ciencia a las propiedades sensoriales, físicas, químicas y microbiológicas de los alimentos, relacionándolas con su procesado e inocuidad para el consumidor. Este último punto de vista impone serias

limitaciones al no tener en cuenta que las propiedades de los alimentos no transformados dependen de factores tales como cantidad de lluvia, tipo de suelo y abonado, características genéticas, método de recolección (o de sacrificio en el caso de los animales de abasto), etc.

De otra parte, al no incluir los factores de los que depende el consumo alimentario, como hábitos culturales y religiosos, factores psicológicos, etc., se ignora el fin fundamental para el que se producen o elaboran los alimentos. La Psicología y la Sociología son también importantes en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, tanto en las regiones ricas, donde hay mucho que escoger entre los alimentos que ofrece el mercado, como en las zonas pobres del mundo en donde costumbres y tabúes son, a veces, responsables de la malnutrición, incluso disponiendo de nutrientes esenciales suficientes.

La Bromatología o Ciencia de los Alimentos es tan antigua como el hombre, pero sus avances más llamativos han tenido lugar en los últimos sesenta años. Ello se debe en gran parte a la enorme complejidad de los alimentos y de las moléculas que los constituyen (mucoproteínas, lipoproteínas, fosfolípidos, taninos, etc.), cuyo estudio ha resultado mucho más complicado que el de las sustancias más sencillas, tanto inorgánicas como orgánicas. Pero además de los alimentos, son muchos otros los factores que deben estudiarse en Bromatología y a los que apenas se les ha prestado atención hasta hace relativamente poco tiempo: sirvan de ejemplo los parámetros de los que depende el que los distintos consumidores gusten más de unos alimentos que de otros.

Puesto que los alimentos se estudian, analizan y conservan pensando fundamentalmente en las necesidades y apetencias del consumidor, la Bromatología comprende, lógicamente, el estudio de las necesidades nutritivas de los consumidores, bajo distintas circunstancias, y la forma de satisfacerlas; en otras palabras, la Nutrición constituye una parte esencial de la Bromatología; sin embargo, en algunos aspectos (dietoterapia, alimentación parenteral, etc.) la nutrición va más allá de lo que podemos considerar los límites de la primera, por lo que en expresión de Kidd, "ambas ciencias deben considerarse distintas aunque compartan una gran extensión del mismo campo".

De otra parte tampoco es posible marcar una frontera nítida entre Bromatología y Tecnología de los Alimentos ya que ambas se complementan. En feliz expresión de Bate-Smith (1962), "la Bromatología es necesaria para fertilizar la Tecnología de los Alimentos y ésta es igualmente imprescindible para abonar aquélla. El bromatólogo necesita vivir periódicamente a pie de fábrica los problemas de elaboración y procesado de los alimentos, de la misma manera que el tecnólogo, para trabajar en la fábrica, requiere un sólido conocimiento de Bromatología".

El creciente desarrollo de la industria de los alimentos en todo el mundo, a medida que nos adentramos en el siglo actual y en nuestro país a partir de 1960, ha dado lugar a una necesidad, cada vez más acuciante, de titulados especializados en Bromatología, lo que ha llevado en la mayoría de los países a potenciar los departamentos de aquellas facultades o escuelas que

desde siempre se han preocupado por los alimentos, mientras que en otras naciones, en cambio, se han creado nuevas licenciaturas en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Adelantemos ahora que en nuestro país ha sido la primera tendencia la que ha prevalecido; los estudios bromatológicos se han realizado, preferentemente, en las facultades de Farmacia y Veterinaria, en cuyos *currícula*, como después veremos, han estado siempre presentes; entre las nuevas titulaciones o carreras que auspicia el Ministerio de Educación y Ciencia, apoyándose en la L.R.U., figura ya la de Licenciado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Con independencia de cuál haya sido el camino seguido, lo cierto es que los primeros científicos de los alimentos variaban bastante en su formación básica. La situación de la facultad o centro de investigación en el que prestaban sus servicios quienes hacían de asesores de las industrias alimentarias influyó también en la orientación dada a los estudios bromatológicos y así, mientras en determinados departamentos se ponía un especial énfasis en la leche y productos lácteos, al estar situados en regiones de gran producción láctea, en otros el principal objetivo eran las conservas vegetales, o las bebidas alcohólicas, o el pescado, etc. En ciertos departamentos el objetivo fundamental lo era más el proceso que la materia o alimento a procesar y, por ello, de acuerdo con necesidades locales el mayor esfuerzo se dirigía a la desecación, al enlatado, al ahumado, etc.

Los primeros avances de la industria alimentaria tuvieron lugar al expandirse la industria lechera. Para prevenir la alteración láctea y ciertas enfermedades hubo que desarrollar procedimientos higienizantes, como la pasterización y esterilización. Esto exigió a su vez, completar una serie de programas de enseñanza e investigación a cuyo desarrollo contribuyeron por igual, algunas facultades y las estaciones agrícolas experimentales.

Mrak y Stewart en la presentación en 1948 de la excelente publicación *Advances in Food Research* que, desde entonces, todos los años ha puesto en manos de bromatólogos y tecnólogos de alimentos, inmejorables puestas al día de problemas alimentarios concretos, definen la investigación bromatológica como “aquel campo de la investigación científica preocupada por los alimentos y sus relaciones con el hombre”. Y añaden “que abraza una amplia gama de disciplinas científicas, algunas de tipo aplicativo, como Nutrición, Higiene, Agricultura, Tecnología de los Alimentos y Economía y ciertas partes o porciones de ciencias más básicas como Bioquímica, Botánica, Microbiología, Fisiología y Anatomía Animal”.

Señalan igualmente que la investigación alimentaria se ha desarrollado mucho últimamente, lo que ha exigido conocer tanto las investigaciones básicas como las aplicadas. Cada vez es mayor, afirman, el número de investigadores en ciencias básicas que se preocupan de los alimentos; por otra parte, los métodos empíricos han sido desplazados por los científicos. Todo ello ha dado lugar a la creación de sociedades y revistas científicas dedicadas exclusivamente al quehacer bromatológico.

Hoy la enseñanza de la Ciencia y Tecnología de los Alimentos necesita de un profesorado multidisciplinar, cuyos intereses teóricos y aplicativos pueden variar inicialmente, pero en donde todos persiguen un objetivo

común. Lógicamente en estas condiciones se requieren personas formadas en ciencias básicas o fundamentales. En palabras de Mrak (1962): ...“Este concepto se basa en la idea de que ninguna persona puede hacer todas las cosas y en que una organización preocupada de la enseñanza e investigación de una amplitud de aspectos, tan variados como los que presenta la Ciencia de los Alimentos, requiere una diversidad grande de especialistas y de puntos de vista. No pueden señalarse definitivamente todas las titulaciones que deben poseer quienes hayan de impartir los distintos saberes de la Ciencia de los Alimentos, ya que estos varían con el progreso científico e industrial y no son algo estático”.

A modo de conclusión de este apartado diremos que la meta de la Bromatología es el estudio de las complejas y fascinantes interrelaciones existentes entre las propiedades físico-químicas de las materias primas alimenticias, de sus microorganismos y de los métodos empleados para su conservación, manipulación y transformación en un número casi ilimitado de productos útiles.

II. DESARROLLO HISTORICO

Los conocimientos bromatológicos actuales son el resultado de una larga evolución que va paralela con el desarrollo científico, técnico, económico, social y hasta psicológico de los pueblos de raíz europea. El estudio de las etapas de tal evolución no es una simple curiosidad, ya que permite entender la importancia de la Bromatología durante el devenir de la Humanidad, sus relaciones con el nivel técnico y la estructuración social, el carácter relativo y dinámico de una alimentación sometida a cambios continuos, su significado económico y psicológico y sus consecuencias biológicas.

Esta historia la dividiremos de forma arbitraria en tres apartados citados: 1) Evolución de los conocimientos nutritivos; 2) Progresos de la Tecnología de los Alimentos y 3) Desarrollo de la Inspección y del Control Sanitario de los Alimentos.

Sin embargo, antes de referirnos por separado a los tres encabezamientos citados debe hacerse constar que tal separación es totalmente arbitraria y lo mismo podría haberse adoptado otra cualquiera, dado que los conocimientos que comprende cada uno de estos apartados se van adquiriendo de forma paralela cronológicamente hablando; además, frecuentemente los descubrimientos citados en cualquiera de ellos ejercen una clara influencia en los otros dos, en los que también podrían incluirse por derecho propio. Esto nos servirá para justificar posibles repeticiones que son inevitables en aras de una mejor comprensión del tema tratado.

1. Evolución de los conocimientos nutritivos

– *Tiempos Prehistóricos:* A finales del siglo pasado se discutió mucho sobre si el hombre primitivo era exclusivamente vegetariano. Quizá lo fueran los primeros prehomínidos como se deduce de su morfología dentaria; no obstante, a juzgar por los hallazgos de yacimientos prehistóricos, la dieta, desde los *Australopithecus* del Paleolítico inferior, era variada y de tipo omnívoro. Hahn (1896) demostró, ya en 1891, que el *Homo erectus* era omnívoro. De acuerdo con este investigador, la mayor parte de

la dieta la constituían plantas, frutas, semillas y raíces de vegetales silvestres a los que se sumaban larvas de insectos, moluscos, pequeños vertebrados (reptiles, roedores, etc.) y, en ocasiones, carne de grandes mamíferos. Sin embargo, el hombre primitivo sólo en casos excepcionales y esporádicamente fue exclusivamente carnívoro o herbívoro. Sus características dentarias indican que se trata de un ser omnívoro.

Las glaciaciones obligaron al hombre primitivo a refugiarse en cuevas en donde vivía formando grupos de varias decenas: fue posiblemente entonces (unos 700 mil años a.C.) cuando descubrió y utilizó el fuego que le permitió, no sólo mantenerse caliente e iluminar su hogar, sino protegerse de los animales salvajes, aprovechándolo más tarde para mejorar o hacer más apetecibles sus alimentos.

Cómo llegó el hombre a "domesticar" el fuego, tan terrorífico para otros animales y primates primitivos, es algo que nunca conoceremos. Posiblemente erupciones volcánicas e incendios espontáneos provocados por tormentas dejaron en algún momento fuegos circunscritos que el hombre transportó y mantuvo vivos en todo momento con ayuda de brozas, teas, ramas secas, etc. La producción de fuego, por fricción primero y con ayuda del pedernal después, fueron conquistas de primera magnitud.

Además de utilizarlo para calentarse y protegerse de sus enemigos, según hemos dicho, le sirvió para preparar y conservar sus alimentos; primero por simple asado, después por cocción y más tarde lo empleó para desecar y ahumar los alimentos prolongando así su vida útil.

Sin las transformaciones experimentadas por los alimentos bajo la acción del fuego, o de éste y el agua, los hombres no hubieran podido consumir muchas semillas y vegetales. Sin tales transformaciones no se habrían extendido por las zonas templadas del globo, en donde los largos inviernos exigían necesariamente fuertes reservas de alimentos conservables durante varios meses. En muchas zonas de nuestro viejo mundo, tales reservas serían exclusivamente semillas de cereales y leguminosas.

La aplicación del fuego y de la cocción originó dos tipos de alimentos distintos: las tortas y las gachas, que prácticamente se han mantenido, sin apenas modificaciones, hasta nuestros días y a los que la humanidad debe su supervivencia. Las tortas precedieron a las gachas ya que su preparación se realiza sencillamente en una losa de piedra sobre la que se hacía el fuego en donde se colocaba una masa, hecha de granos triturados o molidos y agua, que después se cubría con brasas. Por lo tanto, no necesitaban ningún tipo de vasija, si bien su aprovechamiento es mucho peor que el de las gachas ya que la superficie en contacto con las brasas se quemaba y desperdiciaba.

En el Neolítico el hombre progresa mucho: ya no vive en cavernas comunales, sino en pequeñas chozas familiares, en tierra firme o en palafitos; doméstica algunos animales, se hace sedentario e inicia una agricultura primitiva. Según Hahn (1896), del bastón de extremidad curvada y aguda del Paleolítico, del que se servían nuestros antepasados para extraer raíces y bulbos del suelo, se pasaría a la azada y finalmente al arado. Posiblemente de los restos de las plantas recolectadas por el hombre, abandonados alrededor de las viviendas humanas en donde habría un

terreno bien abonado orgánicamente, se desarrollarían plantas más vigorosas y de mejor aprovechamiento alimentario. De aquí que al protegerlas y cuidarlas fueran sustituyendo poco a poco a las silvestres. Es así como, según Marescalchi (1942), se inició la agricultura. Que el bastón descrito jugó un papel importante en la recolección de las porciones subterráneas de los vegetales lo demuestran no sólo los hallazgos de yacimientos prehistóricos, sino el hecho comprobado de su empleo por los aborígenes australianos y algunos indios americanos como ayuda para la recolección diaria de alimentos.

El descubrimiento de la cerámica le permitió al hombre del Neolítico disponer de vasijas en las que cocer y almacenar sus alimentos. La cerámica fue también una consecuencia del fuego, ya que, como es lógico, el endurecimiento de la arcilla por el calor se conoció antes que la elaboración de vasijas cocidas. El fuego y la cerámica le permitieron no sólo ablandar y modificar el sabor de muchos alimentos, sino contribuir a su conservación y a la destrucción -sin saberlo- de ciertos componentes tóxicos de aquéllos (avidina de los huevos, bociógenos de ciertas *Brasica*, fitina del trigo, antitiaminasa de pescados crudos, etc.). Los grandes recipientes de cerámica le sirvieron al hombre del Neolítico para guardar sus alimentos y los pequeños para cocinarlos. Aprendió también a utilizar los zumos de frutas, tanto frescos como fermentados (vino, cerveza), la leche y posiblemente la mantequilla. El hombre, acostumbrado ya a las sopas o gachas de cereales y leguminosas, deja de ser recolector de hierbas espontáneas para preparar también sus comidas con los vegetales que cultiva gracias a la azada. Estamos, por lo tanto, en el inicio o en los albores de la agricultura.

El éxito de las gachas fue tal que ha pervivido a través de la Historia hasta la época actual. Aparecen descritas en las publicaciones de Homero, son famosas en Roma como alimento de esclavos y gladiadores, perduran hasta la Edad Media y sólo en los dos últimos siglos ceden terreno ante el empuje de la patata. ¿Cuáles son las razones de tan extraordinario éxito y de la larga persistencia de un plato que a los adultos de hoy, acostumbrados a masticar, les resulta poco apetecible y que la clase superior siempre ha despreciado?. Posiblemente su economía y la escasa aptitud de la mayoría de las semillas para la panificación. Las gachas pueden hacerse más claras o más espesas añadiendo más o menos agua. El pan fermentado y cocido al horno es más caro y sacia menos. De otra parte, el tomar un plato caliente, cuyo volumen aumenta a voluntad adicionándole agua y al que pueden incorporarse toda clase de verduras cocidas y de otros alimentos, contribuía a llenar el estómago aunque su valor nutritivo fuera escaso. No olvidemos que durante una gran parte de nuestra historia el hombre sólo perseguía mitigar los dolores del hambre y para ello consumía tanto lo verde como lo no verde. ¡Qué no habrán comido nuestros antepasados campesinos!

En resumen, el período Neolítico supuso un enorme avance en la civilización agro-ganadera, que con el tiempo superó la actividad recolectora de plantas espontáneas y el ejercicio de la caza. La utilización del fuego, de los recipientes de cerámica, de azadas rudimentarias y la elaboración de tortas y gachas tuvo pues una enorme influencia en nutrición humana.

La Edad del Hierro, que dura de 25 a 30 siglos, hasta llegar al V a.C., permite a nuestros antecesores disponer de muchos objetos culinarios (sartenes, calderas, trébedes, fuentes, etc.); el arte de la cerámica se perfecciona mucho al introducirse ya el horno. Durante este largo período el hombre sigue cazando y pescando (actividad esta última que ya practica con canoas, barcas y redes rudimentarias) pero la parte más importante de sus alimentos procede de la agricultura y la ganadería. Posiblemente en esta época se inician la salazón, la desecación y el ahumado de la carne y el pescado. Con la civilización del hierro termina el período más largo de la historia antigua del hombre: el período prehistórico.

– *Civilizaciones primitivas y clásicas*: El pan, que como alimento generalizado sólo se remonta a hace poco más de 2.000 años, sucede a sopas y gachas. Entre uno y otras se sitúan las tortas que seguían elaborándose sin levadura. Es difícil establecer dónde se inició la práctica de la panificación que era bien conocida en las épocas más remotas de algunas de las civilizaciones antiguas (egipcia, hebrea, babilónica, etc.), esto es, unos 25 siglos a.C. Lo único que se conoce con certeza es que el arte de la panificación surgió en el Oriente Asiático.

La historia de la fermentación del pan, de acuerdo con Ducceschi (1932), está íntimamente ligada a la de técnicas análogas para la obtención de vino y cerveza. Está comprobado que el pan ázimo ha precedido siempre al elaborado con levadura y también que se aprendió a fabricarlo después del vino y la cerveza; los romanos llevaban siglos bebiendo vino antes de que elaborasen pan con levadura.

Posiblemente en tiempos prehistóricos quizá algunas frutas silvestres al fermentar en un recipiente con agua dieron origen a un nuevo líquido cuyo sutil olor atrajo al hombre primitivo que lo probó y lo encontró de sabor agradable. Virgilio se refiere a los escitas que elaboraban una bebida a partir del serbal silvestre; posiblemente otras frutas, como ciruelas, cerezas, peras, moras, etc., sirvieron, lo mismo que las uvas, para obtener el vino cuyo origen es al parecer semita. También la miel, a la que se adicionaba agua, se dejaba fermentar para elaborar el conocido hidromiel. Son muchos los investigadores que creen que ésta ha sido la primera bebida fermentada que el hombre conoció. Los latinos la llamaron *acqua mulsa*.

El origen del vino es muy legendario y así, mientras, según los egipcios fue Osiris quien enseñó el cultivo de la viña y la vinificación, la invención del vino correspondería, de acuerdo con los semitas, a Noé; los griegos se la atribuyen a Dionisio y los latinos a Baco. Cualquiera que fuera su origen lo cierto es que tanto las vides como el vino proceden de Oriente, siendo Armenia una de las zonas de más intensa viticultura. Los faraones de la primera dinastía (3.200 a.C.) ya cultivaban la vid y elaboraban vino de acuerdo con bajorrelieves y jeroglíficos de la época. De estos países pasó a los restantes del Mediterráneo en donde existen pruebas de que se conocía 200 años a.C.

Documentos babilónicos, algunos de los cuales datan de 2.800 años a.C., indican que por entonces ya estaba bien desarrollada la fabricación de cerveza. Partían de cebada cuyos granos humedecían y dejaban germinar,

después se trituran y con agua se preparaba una masa ligera que se dejaba fermentar. Después de la fermentación la porción más densa de la pasta, posiblemente mezclada con harina de trigo, se cocía al horno para la elaboración de pan. Para Marescalchi (1942) esta especie de pan de cerveza pertenece a la época de transición entre la de las gachas o sopas y la de las tortas.

Todo lo que sabían los romanos sobre la fermentación, tanto vinica como panaria, era el fenómeno apreciable a simple vista: *fermentum dictum quo fervendo crescat*.

La levadura del pan, como describe Plinio, se preparaba en grandes cantidades en la época de la vendimia con mosto de vino blanco y harina de trigo y mijo, y también con salvado, y servía para todo el año, para ello se conservaban pequeñas cantidades de masa de una panificación hasta la siguiente. Es la levadura ancestral que tan bien ha cantado Giuseppe Tallarico: “Levadura conservada en taza de barro en la tibieza del hogar, prestada o vendida de casa en casa, de puerta en puerta, de vecina en vecina, durante semanas, durante siglos, durante milenios” y añade “el tiempo ha devorado todo, razas, pueblos, imperios, salvo una sola cosa viva que nos une a nuestros antecesores, la levadura, que constituye una verdadera continuidad viviente entre el pasado y el presente”.

Los romanos y los griegos distinguían cinco grupos importantes de alimentos vegetales: cereales, leguminosas, aceite, frutas y hortalizas y hongos. En la época republicana ya trituran la espelta en un molino de piedra o en un mortero de madera dura, cociendo después la harina resultante en agua salada, para lo que empleaban una olla de arcilla o de metal; esta masa solía condimentarse con aceite o miel. Las gachas, como ya hemos dicho, se utilizaron durante miles de años; Hipócrates (400 a.C.) y Galeno (201-138 a.C.) se refieren a ellas con frecuencia; cuando eran espesas formaban la llamada *pulticola* o *tenuis puls*.

Los romanos aprendieron pronto a fraccionar la harina en diversas porciones, como la flor de harina (*flos*) que carecía de salvado; la más blanca, precedente de trigo candeal, que conocían como *siligo*. La *simila* o *similago* era harina de granulación media, de la que se habían separado la flor y el salvado; el *pollen* correspondía a la harina sin flor, pero con salvado.

Tenían igualmente diversas especies de pan: el finísimo o *candidus*, elaborado con flor de harina, llamado *siligeneus*; el *confusaneus* correspondiente al integral actual; el pan de moyuelo y de salvado (*sordidus*), pan de baja calidad que consumía el pueblo bajo y que producía abundante defecación, por lo que se denominaba también *cacabaceus* o *forfuraceus*. Todas estas variedades de pan se fabricaban con levadura pero también las había ázimas. Para preparar la masa de harina se utilizaba agua salada y en zonas litorales agua marina.

Con ocasiones de festividades religiosas y acontecimientos civiles se preparaban también panes especiales que pueden considerarse como el origen de la moderna bollería y pastelería: Así, con la adición de miel, uvas pasas y especias, se elaboraban los *nasti panes*; con miel y almendras el

martius panis, posible antecedente del mazapán, etc. La panificación se cree que se introdujo en Roma durante la República, posiblemente debido a la llegada de panaderos procedentes de Grecia, en donde esta técnica estaba ya bien desarrollada en el siglo II a.C.

Por lo que se refiere a las leguminosas, tanto griegos como romanos las consumían lo mismo verdes que secas e igual crudas que asadas o hervidas. El altramuz era considerado alimento mediocre y de bajo precio; en cambio las habas se consumían frescas o también asadas, después de eliminada la vaina. En forma de puré o de gachas constituían el plato fuerte de las comidas de funerales y también de los alimentos ofrecidos a los dioses. Otras legumbres utilizadas eran las lentejas, garbanzos, guisantes, alholvas, etc.

La lechuga gozaba de gran demanda; su nombre latino *Lactuca* hace referencia al látex que exudan su tallo y raíces, látex o jugo al que se atribuía un efecto protector frente a las mordeduras de animales venenosos. Se conocían múltiples variedades de esta planta. Otras hortalizas consumidas y bien conocidas eran la achicoria, el cardo, la alcachofa, la zanahoria, la col, el rábano, los nabos, la cebolla, el ajo, el puerro, etc., etc.

Tanto griegos como romanos consumían mucha fruta. No deja de ser curioso que algunos pueblos que no conocían el pan y otros que desconocían el vino o el aceite, etc., empleasen, sin embargo, en sus comidas las frutas que todos consumían con deleite. Quizá ello explique algo que después puso de manifiesto la moderna nutrición: la necesidad de las vitaminas. A ello posiblemente se deba también la tendencia instintiva de los niños al consumo de frutas.

Los romanos distinguían las nueces (*noci*) que eran las que poseían externamente una cubierta dura con la sustancia comestible en su interior y las *pomi* cuya pulpa comestible rodeaba externamente a las duras semillas de su interior.

En Atenas la fruta por excelencia eran los higos, tanto frescos como secos. En Roma, los últimos se utilizaban más que los frescos; para secarlos se dividían en dos partes y se exponían a la acción del viento y del calor obteniéndose los llamados *ficus duplicata* que en muchos lugares sustituían temporalmente al pan. Señala Galeno que había personas que durante dos meses solamente comían higos y uvas, con una cantidad mínima de pan y se mantenían óptimamente, afirmación que nos parece demasiado optimista y difícil de sostener a la luz de los modernos conocimientos nutritivos. Cultivaban, y por tanto consumían, manzanas y peras, granadas, ciruelas, melocotones de origen Persa, cerezas, nueces y almendras, de las que las amargas se empleaban como medicina y como veneno para las zorras, mientras que las dulces se destinaban al consumo humano y a la obtención de aceite fino.

Los frutos cítricos, que proceden de la India y de Extremo Oriente, eran desconocidos en la época griega clásica, salvo el cidrón, al que los romanos llamaban *citrus* y al que años después Teofastro daría el nombre de manzana de Media o de Persia. Además de estas frutas también se conocían las fresas silvestres, pero no las cultivadas.

Dioscórides en su *Materia médica*, escrita en el siglo I d.C., se refiere frecuentemente a la acción curativa de las frutas.

Los hongos o setas los conocieron bien, tanto los griegos como los romanos. Entre los primeros Eurípides perdió a su mujer, a su hija y a dos de sus hijos por el consumo de setas venenosas; entre los romanos el emperador Claudio murió también envenenado por el consumo de setas venenosas.

Las carnes formaban parte de la alimentación de las clases altas y sólo esporádicamente las consumía el pueblo llano.

En la Iliada la única carne que se cita en los festines es la de vacuno hervida. Sin embargo, a medida que avanza la civilización no sólo se dispone de más variedades de carne, sino que para valorarla, griegos y romanos atienden, además de a la especie animal, a su edad, sexo, a sus condiciones fisiológicas e incluso al ambiente en que viven los animales y a la época en que se capturan.

Por ejemplo, se prefería la carne de los animales adultos (pero no viejos) a la de los jóvenes, por ello se sacrificaban tan pronto como superaban su época juvenil. Respecto al sexo, el médico Filotimo prefería a las hembras, si bien en el caso del faisán, creían que los machos daban mejor carne. Entre los machos se preferían los castrados, especialmente en los lanares; se evitaba la carne de hembras en época de lactación. También sabían griegos y romanos que la carne de los animales domésticos era más blanda y grasa que la de sus congéneres silvestres.

En el caso del pescado, el capturado en fondos fangosos se consideraba más ligero que el procedente de los arenosos y más salubre el capturado en alta mar que el procedente de la desembocadura de los ríos. Pensaban que en primavera los pescados eran mejores, mientras que las aves lo serían en otoño. La carne de los herbívoros se prefería en los meses en los que el pasto era más abundante. Por tanto, no eran desconocedores de lo que hoy se llama "calidad alimenticia".

Los huevos de mayor demanda eran los del pavo real, seguidos de los de faisán y de gallina, mientras que el último puesto correspondía a los de ganso. También los caracoles se incluían entre los alimentos consumidos con cierta frecuencia en Grecia y Roma; sin embargo, hasta la guerra civil entre Pompeyo y César, Fulvio Iripino no construyó sus parques de cría para estos animales.

Los peces, tanto marinos como fluviales, así como los mariscos formaban parte destacada de la alimentación de los pueblos clásicos como se deduce de los tratados de Erasistrato y de Dorion.

Cuanto se han ocupado de los sistemas de cocinado de los alimentos concuerdan en que utilizaban prácticamente todos los procedimientos actuales, según se desprende de la lectura de Apicio (Pastor, 1986).

- *Edad Media y Renacimiento*: Como afirma Messedaglia (1932), durante los siglos oscuros del Medievo retrocedió mucho la agricultura. Se atendió, más que a la calidad del producto, a la facilidad de obtenerlo y producirlo y así, mientras los romanos y sus ejércitos consumían pan de trigo, los godos se conformaban con los de cereales de peor calidad como

mijo, espelta, cebada, sorgo, etc.; eran estos cereales los que constituían la base principal de la alimentación. Entre las legumbres seguían cultivándose habas, garbanzos, lentejas, guisantes y altramuces. Muchas veces eran la única fuente de alimentos del pueblo bajo y de los campesinos; con ellas, solas o mezcladas a los cereales citados, se elaboraba un pan de pésima calidad y gachas, de cuya harina formaba parte también, en ciertas regiones, la de castaña y de bellotas.

En las regiones norteñas de nuestra península, como en la italiana, las castañas (*castaneae molles* de Virgilio), que curiosamente en la antigüedad se reservaban a las mujeres, constituyeron un alimento básico importante. Las castañas han sido durante milenios el alimento principal de las zonas montañosas mediterráneas que no permitían cultivar ni siquiera los cereales más rústicos.

En Tracia y después en Esparta se elaboraban tortas de castañas y sobre todo una especie de puré, de consistencia parecida al flan, que se extendía por los Balcanes, Sicilia, Cerdeña y Pirineos. Estas frutas amiláceas también se consumían crudas, como antes de descubrirse el fuego: frescas, en la época de su recolección y después secas y decorticadas. Era una fruta que nunca faltaba, ni en los zurrones de los pastores, ni en los de los bandidos que se “echaban” al monte. Con la harina de las castañas secas se hacían también unas sopas o gachas de leche de cabra que no necesitaban espesarse con otra harina, sino simplemente calentarse a fuego lento hasta que adquirían la consistencia requerida. La importancia que siempre han tenido las castañas en Francia mereció que, a fines del siglo XVIII, Parmentier (1780), miembro del Colegio de Farmacia de París, escribiera su ya clásico *Traité de la châtaigne*.

El arroz, producto asiático que los griegos y romanos no cultivaron pero que conocieron e importaron a veces de Oriente, se cultivó en España durante la dominación musulmana y más tarde, en pleno siglo XV, se extendió su cultivo por Italia.

Dada la escasez de pienso disponible para el ganado en época invernal, cuando llegaba el otoño, se sacrificaban todos los animales cuya vejez o debilidad hacía prever que, con el pobre y escaso pienso que recibirían, no resistirían hasta entrada la primavera. En ocasiones las epizootías diezaban durante mucho tiempo la cabaña ganadera; en esta situación y también en épocas de *razzias*, los pobres campesinos eran quienes más directamente sufrían las consecuencias, al confiscarles sus ganados y cosechas los señores feudales y poderosos, con lo que se veían obligados a sobrevivir, como en tiempos prehistóricos, poco menos que de la recolección de vegetales silvestres comestibles, de la caza y de la pesca. Muchas veces, estas actividades le estaban prohibidas al pueblo llano. Los palomares, que albergaban centenares de pichones, proporcionaban una fuente de carne fresca durante el largo invierno, pero, una vez más, eran los señores quienes controlaban su producción.

En la Edad Media y Renacimiento, las ciudades, salvo unas pocas, eran tan pequeñas que, siguiendo los procedimientos citados, sus habitantes iban resistiendo a estas desgraciadas épocas de hambre. A medida que aumenta

su población es más difícil satisfacer sus necesidades. El no disponer de más sistemas de conservación de los alimentos perecederos que la desecación, la salazón y el escabechado no debía preocupar demasiado a quienes vivían en el campo, pero para los habitantes de las ciudades disponer de alimentos frescos era un problema grave, dado que generalmente transcurrían varios días antes de que pudieran contar con la carne de una res sacrificada o con una partida de pescado.

La importancia de todos los cereales citados disminuyó con la llegada al viejo mundo del maíz que trajeron los españoles de América; esta planta se adaptó fácilmente a los terrenos húmedos y templados de la cuenca Mediterránea; no obstante, hasta 1611 no desplazó al mijo y al sorgo.

En la Edad Media aparecieron algunas verduras que desconocían griegos y romanos, como las espinacas, importadas del Cáucaso y de Persia.

El pavo, que como se sabe es de origen americano, también se desconocía en el mundo clásico. A principios del siglo XVI se había extendido ya por toda Europa en donde lo introdujeron los españoles. Las gallinas de Guinea (*Numida meleagris*), las reimportaron los portugueses en el último tercio del siglo XV, mientras que la variedad de barbillas azules (*Numida ptilorhyncha*), procedente del África Oriental, la trajeron del Alto Egipto y de Abisinia los comerciantes venecianos.

También hay que señalar que las pastas alimenticias, en forma de macarrones, se fabricaron por primera vez en Italia en el siglo XIII, concretamente en Sicilia, de donde se extendieron por toda el área mediterránea. El café, originario de Abisinia, se introdujo en Europa en el siglo XVI, lo mismo que el chocolate, cuya primera noticia se da en 1519 en una carta de Hernán Cortés al emperador Carlos I. Cortés y Bernal Díaz describieron detalladamente el cacao, usado por los indios como moneda y para preparar chocolate. Dos nuevas solanáceas, de gran interés nutritivo y culinario, que proceden de México, son el tomate y los pimientos en todas sus variedades dulces y picantes. El padre Acosta, autor igualmente de una *Crónica de las Indias*, aparecida en Sevilla en 1590, describe múltiples alimentos vegetales americanos y entre ellos el fresón que pronto había de aclimatarse en España, para extenderse después al resto del mundo.

Otro conquistador, Pedro Cieza de León, en su *Crónica del Perú*, describe por primera vez la patata, otra solanácea que, una vez adaptado su cultivo a Europa, acabaría con el hambre que periódicamente le azotaba.

En 1789, el mismo año en que tiene lugar la toma de la Bastilla, Parmentier publicó *La pomme de terre: Traité sur sa culture et son usage*, que supuso la entrada oficial de este tubérculo providencial en la Francia republicana y en el resto de Europa. Sin embargo, su aceptación no fue fácil. Las patatas, como el maíz, proceden de América y como el último fueron empleadas, como pienso, por los europeos durante bastante tiempo.

Pedro Cieza de León envió en 1582 tubérculos de esta especie a los soberanos españoles, quienes, a su vez, remitieron parte al Papa y éste encargó de su estudio al botánico vienés Pierre de l'Écluse, más conocido como Clusius; su cultivo lo llevó a cabo en Verceiles-Champs, en un terreno que le prestó el nuncio Bonomi y el resultado de sus estudios lo

reflejó en excelentes acuarelas botánicas. No sabiendo que nombre latino dar a sus tubérculos para su catalogación los denominó *taratuffi* (trufas pequeñas). Olivier de Serre en su *Théâtre d'agriculture et mesnage des champs* (1600) dice que el Papa las reabutilizó como *tartufo*. los alemanes como *kartofel* y los franceses como *tartouste* o *cartoufle*. En español se conocieron desde el principio como patatas o papas.

En España se emplearon para consumo humano antes que en el resto de Europa (Toussaint-Samat, 1987). Las trajeron los misioneros españoles que regresaban de las Indias, cultivándose en Andalucía, donde sirvieron de alimento de los hambrientos labriegos locales. Después los mercenarios castellanos que lucharon en Alemania en la Guerra de los Treinta años, tuvieron la idea de llevarlas consigo como provisiones de sus monturas y, en caso de necesidad, de ellos mismos. Los paisanos alemanes se hicieron con patatas del ejército de ocupación y muchos las consumieron sin pelar ni cocinar; nada tiene de extraño que sufrieran cólicos e indigestiones, síndromes ambos que se confundían entonces con frecuencia con la sintomatología de ciertas epidemias. Hubo de pasar mucho tiempo antes de que pensarán en pelarlas.

En la Guerra de los Siete años, Parmentier cayó prisionero y posiblemente en Westfalia consumió por primera vez este tubérculo al que los alemanes llamaban *kartofel*, como se ha indicado, y al que entonces sólo consideraban apto para cerdos y para los prisioneros franceses. A uno y otro lado del Rin se pensaba que las patatas eran la causa de la lepra y aunque Parmentier, entonces oficial farmacéutico, demostró sin lugar a dudas la falsedad de tal aserto, en 1748 un decreto del parlamento de Besançon prohibió el cultivo de las patatas por el riesgo de lepra. Afortunadamente a pesar del decreto otros profesionales prestigiosos participaron de las ideas de Parmentier y finalmente el obispo de Castres recomendó a los clérigos de su diócesis que estimulasen el consumo de patatas entre sus diocesanos, a muchos de los cuales (los más pobres) se les suministraba una sopa de este tubérculo que, al menos, les permitía sobrevivir. En la *Cuisine des pauvres*, obra filantrópica de Varenne de Beost, se encuentra la receta de esta sopa.

Una de las razones que quizá pueda explicar la poca aceptación inicial de las patatas en Europa sea el pertenecer a una familia, las solanáceas, que comprende numerosas plantas venenosas. De todos modos, y a pesar de su difícil aceptación en los mercados, antes de la revolución francesa se conocían ya unas 40 variedades, a comienzos del siglo XX eran 1.000 y actualmente, de acuerdo con agrónomos alemanes, son más de 3.000 las variedades cultivables.

Poco a poco la aceptación de las patatas fue en aumento y hasta la nobleza inglesa, tan curiosamente orgullosa de su rudimentaria gastronomía, permitió a principios del siglo XIX, la introducción de su cultivo en la "Isla verde" para calmar el hambre de los pobres colonos irlandeses, si bien seguían considerando a este tubérculo como alimento *shoking* sólo apto para cerdos y católicos.

A mediados del siglo XIX tuvo lugar en Irlanda la "gran peste de las patatas" (el mildiu) que diezmo su cultivo y consecuentemente la población

irlandesa; otra consecuencia de esta catástrofe fue la emigración a los EEUU de más del 50 % de los supervivientes.

– *Comienzos científicos. Siglo XVII*: Retrocediendo al siglo XVII diremos que en esta centuria siguieron explotándose las mismas frutas y hortalizas que se cultivaron en épocas anteriores, pero con mejoras patentes en sus sistemas de producción. Hasta en la Gran Bretaña, tan reticente al cultivo de las patatas, se introduce este tubérculo gracias sobre todo, a las obras de John Forster, dirigidas a mejorar a toda costa el rendimiento del suelo inglés. Una obra agrícola que también adquirió fama en su tiempo fue *Paradisus Terrestris*, escrita en 1629 y cuyo autor John Parkinson, farmacéutico de la corte, recibió el título de *Botanicus Regius Primorius* otorgado por Carlos I.

Respecto de las carnes podrían aplicarse lo dicho a propósito del Renacimiento: siguen explotándose las mismas especies que continúan sacrificándose a fines de otoño; como entonces la carne y el pescado se conservan con sal, vinagre o recubiertos de grasa o aceite. Las palomas contribuyen a disponer de carne fresca durante el invierno, lo mismo que la caza.

Las diferencias sociales se muestran de forma sangrante en esta época al comparar la dieta de campesinos y clase baja urbana con la de las clases medias y altas; mientras, a fin de siglo, los primeros no han superado –y a veces hasta han empeorado– su régimen alimenticio, las segundas han incorporado la costumbre del café, té o chocolate a media mañana, con lo que la hora de la comida se retrasa; algo semejante ocurre en la cena.

Por lo que se refiere a conocimientos médico–nutritivos, prácticamente todo el siglo XVII transcurre bajo la influencia de Galeno, quien admitía tres tipos de dieta: completa, moderada y débil o baja. La primera aumentaba los músculos, los espíritus y los humores, la segunda sólo reparaba o reponía las pérdidas y la tercera las rebajaba durante cierto tiempo para conservar la vida (Muffet, 1655). Expresado de forma más sencilla, la primera era la adecuada para las personas en crecimiento o fuertes y vigorosas; la segunda para las de edad media y la tercera para los ancianos y particularmente para casos de enfermedad.

Como se ha dicho, la mayoría de las publicaciones y teorías sobre nutrición del siglo XVII siguen las enseñanzas de Galeno, pero comienzan a sentirse ya las influencias de la escuela fundada en la primera mitad del siglo anterior por Phillipus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim, más conocido por Paracelso, alquimista suizo que renegó públicamente de las enseñanzas de Galeno, cuyas obras quemó en su lección inaugural en la Universidad de Estrasburgo. Molesto por su comportamiento, el Consejo lo expulsó de la Universidad y como consecuencia de sus herejías llevó una vida ambulante, escribiendo y enseñando de ciudad en ciudad, hasta que murió en Salzburgo en 1541.

Si bien la mayoría de lo que escribió es incomprensible, pues se trataba de una mezcla de alquimia, ocultismo y astrología, en dos aspectos, al menos, influyó en el pensamiento de la época: Fue el primero en recomendar el empleo de remedios minerales en Terapéutica y fue autor de una

teoría sobre la constitución del mundo material en la que jugaban un papel fundamental tres elementos: sal, azufre y mercurio (*tria prima*). Su influencia y la de sus discípulos, los "latroquímicos" se extendió por toda Europa, pero fue desmantelada de un solo golpe por los convincentes y lógicos argumentos de Robert Boyle en su libro *The Sceptical Chymist* (1661). A pesar de todo, la química tuvo que esperar al siglo XVII para ejercer alguna influencia en la medicina.

Sobre el valor nutritivo de la leche, todavía en el siglo XVII se tenían ideas muy curiosas: sólo era buena para los lactantes y niños muy jóvenes y para los ancianos; creían que era peligrosa para los jóvenes por su carácter violento. Suponían que producía dolores oculares, cefaleas y reuma por "estar llena de vapores", convulsiones y calambres porque llevaba "a la replección", parálisis por ser "superhúmeda" y litiasis y otras obstrucciones porque su "porción quesosa es muy grande".

El proceso digestivo era desconocido en esta época aunque Jan Baptist van Helmont, famoso alquimista flamenco, postuló que se debía a un fermento; defendía que la primera digestión acaecía en el estómago debido a un fermento procedente del bazo; mantenía igualmente que, como los contenidos del estómago son ácidos, tenía lugar una segunda digestión antes que el quilo ácido pasara al duodeno en donde se neutralizaba. Pensaba que el alimento así digerido atravesaba las paredes del intestino, "como el agua atraviesa la vejiga de un cerdo" y se convertía en sangre bajo la acción de otro fermento procedente del hígado. En muchos aspectos, las suposiciones de van Helmont, que están más de acuerdo con los conocimientos actuales que las de sus contemporáneos, atrajeron muy poco la atención, quizá debido a que, como dicen Drummond y Wilbraham (1958), estaban expuestos en un latín pseudomístico.

Por entonces se admitía que las heces y la orina eran la forma en que el cuerpo se liberaba de impurezas y alimentos sin digerir, pero no se sospechaba de ningún otro sistema excretor. Sanctorius, profesor de la entonces famosa Universidad de Padua, describe en su *Medicina Statica* cómo llegó a postular su *perspiratio insensibilis* para explicar las pérdidas de peso que no podrían atribuirse a la orina y a las heces. Después de ingerida una comida, se sentaba en una especie de silla, especialmente construida, que pendía del gancho de una romana lo que le permitía anotar periódicamente sus pérdidas de peso. Afirmó que ello acaecía por la boca y la superficie de la piel y le llamó la atención la gran pérdida por esta perspiración insensible. No se le puede culpar de que pensase que todas las pérdidas de peso se debían a la humedad, porque entonces se desconocía la naturaleza del aire y de los gases. Fue Robert Boyle quien demostró que eran sustancias naturales y, por lo tanto, que poseían peso.

Sin embargo, tampoco Boyle se vió libre de muchas creencias y prácticas falsas de la Medicina de su época, a pesar de ser uno de los líderes más respetados del nuevo movimiento científico basado en la experimentación y la deducción. Sirva de ejemplo que en algunas de sus obras (*) muestra una

(*) R. Boyle: *Some considerations touching the Usefulness of Experimental Natural Philosophy*. 1663-67.

Medicinal Experiments; or, a Collection of Choice and Safe Remedies. 1692-94.

clara creencia en prácticas tan irracionales como el empleo de objetos de plata para curar la incontinencia urinaria, de excrementos humanos en polvo para tratar la ceguera, o de cochinillas, trituradas en vino blanco, para curar las grietas y úlceras de pecho.

– *Nuevos conocimientos. Siglos XVIII y XIX*: Es en esta centuria cuando se inicia la moderna agricultura que hasta entonces apenas había superado a la de la Edad Media. De hecho no transcurre un solo año sin que se presente un descubrimiento útil, la introducción de una nueva cosecha, un método mejorado de cultivo o de cruzamiento animal, o una nueva raza de ganado.

La recién creada *Royal Society of Arts* del Reino Unido contribuyó mucho a mejorar los conocimientos agrarios británicos y del resto del mundo, al ofrecer premios sustanciosos a quienes vencieran los concursos de diseños de sembradoras, segadoras y otra maquinaria. Lo mismo puede decirse de los *Annals of Agriculture*, fundados por Arthur Young que llevaron al gobierno británico a crear en 1793 el *Board of Agriculture* del que Young sería el primer secretario.

Mientras tanto, en Holanda, que siempre ha gozado de una agricultura muy adelantada, se comprobó la importancia que para la alimentación del ganado tenían las tortas o extractos de prensa de las semillas oleaginosas, después de extraído su aceite. Del mismo modo, nabos, zanahorias forrajeras, remolachas, nabizas, etc., se cultivaban en los Países Bajos, donde se utilizaban para alimentar al ganado en invierno, lo que permitió disponer de animales de abasto para sacrificar, tanto en dicha estación como en primavera, algo inimaginable en la rudimentaria actividad agro-ganadera de siglos anteriores.

En el siglo XVIII cambian los conceptos que se tenían hasta entonces de los alimentos y la nutrición; ello es consecuencia de los descubrimientos derivados de las experiencias realizadas por científicos que están creando la nueva Química y Fisiología. Las viejas ideas no podían sobrevivir a las demostraciones que indicaban que los muchos “elementos o principios esenciales”, aire, agua, sal, etc., en los que se basaba toda la estructura filosófica, no eran tales elementos, sino que podían descomponerse a sustancias más sencillas y, por lo tanto, a unidades más elementales. El ataque de Boyle a las viejas ideas de los elementos se completó con los resultados de los experimentos de Joseph Black que se publicaron en latín en 1754. No sólo influyeron en la Química, sino también en la Medicina. Antes de conocerlos se pensaba que sólo había una sustancia material, el “aire”. Se admitía que su carácter cambiaba bajo distintas condiciones, pero continuaba siendo “aire”. Los médicos del siglo XVII, al hablar de “aire mefítico” o “aire corrompido”, pensaban en el “aire” que había adquirido propiedades perjudiciales al contactar con la tierra húmeda o con material putrefacto. No sospechaban que hubiera otros “aires” o gases, como hoy los llamamos, que pudieran ser responsables del cambio de carácter de la atmósfera. Black demostró de forma inequívoca que el “aire fijo” (dióxido de carbono) era completamente distinto del “aire” ordinario.

Más tarde Priestley descubrió otro tipo de aire, al que llamó aire deflogisticado, que constituía la porción respirable de la atmósfera, es decir, lo que hoy se conoce como oxígeno. Un siglo antes Majow había señalado la existencia de este gas, pero no se prestó atención a este descubrimiento que cayó en el olvido más absoluto. Todavía más contundente que la demostración de que había varios aires, fue la afirmación de Cavendish, en 1781, de que el agua se componía de dos aires: el deflogisticado (oxígeno) y el "inflamable" (hidrógeno); por entonces el agua ocupaba el lugar más preeminente de todos los elementos.

Si bien el desarrollo de nuevas ideas permitió a los científicos disponer de una pintura más completa de la naturaleza de las sustancias químicas sencillas, como el agua, la sal, el salitre o el yeso, apenas si ejerció influencia alguna en los interesados en la naturaleza y en la función de los alimentos. Esto era consecuencia de que en esta época nadie sospechaba la complejidad y la labilidad de la mayoría de los compuestos químicos que forman los alimentos, ni lo equilibrado de los cambios que experimentan durante su digestión y asimilación; tal ignorancia llevó a la publicación de muchos artículos cuyo contenido era erróneo y carente de valor.

Eran mayoría los que creían que la salud corporal estaba gobernada por las condiciones de alcalinidad y de acidez del organismo.

Dependiendo de que su efecto fuera ácido o alcalino, los alimentos se clasificaban como *acescentes* o *alcalescentes*. Las carnes se incluían en el último grupo por su tendencia a la putrefacción. Quizá esto nos parezca ahora chocante, pero debe recordarse que, hasta muy avanzado el siglo XVIII, la mayoría de las personas creían que el proceso de la digestión de la carne en el estómago era esencialmente igual al que tenía lugar cuando entraban en putrefacción durante su almacenamiento. Se sabía que en estas condiciones se generaban sustancias alcalinas (amoníaco, etc.), por lo que naturalmente la carne debía ser un alimento con tendencia a la alcalinidad. Mediante una argumentación parecida se agrupaban todas las frutas y hortalizas entre los alimentos "acescentes".

A comienzos del siglo XVIII las ideas sobre la digestión eran confusas; se pensaba que se trataba de un proceso fermentativo, comparable o tal vez igual, a alguno de los tres tipos de fermentación entonces admitidos: la espirituosa (o alcohólica), la acética y la putrefacta. Esta burda clasificación se basaba en los tres cambios más llamativos que los alimentos sufren con el paso del tiempo: algunos originan líquidos alcohólicos (o espirituosos), otros se vuelven amargos (ácidos) y otros entran en putrefacción.

Otra creencia, muy relacionada con la teoría de la fermentación era que los alimentos se degradaban en el aparato digestivo por un proceso de abrasión originado por los movimientos gástricos e intestinales. Finalmente otra idea, bastante popular, era que la digestión consistía en una disolución de los alimentos llevada a cabo por un agente desconocido, algo semejante a lo que ocurre con la disolución del yeso en los ácidos. A este respecto, la existencia de un ácido en el estómago contaba con bastantes adeptos.

La primera demostración de la falsedad de la teoría de la putrefacción corrió a cargo del francés Reamur, cuyo nombre va indeleblemente unido a

una de las escalas termométricas. Suministró a un milano joven (especie que normalmente elimina *per os* el alimento no digerido) pequeños tubos metálicos, abiertos por sus dos extremos, que contenían trocitos de alimentos. Más tarde cuando dichos tubos fueron vomitados, examinó sus contenidos, comprobando que se habían ablandado y disuelto en parte, pero distaban mucho de estar “putrefactos”.

Años más tarde (1777), aparecieron en Edimburgo y Pavia dos publicaciones distintas sobre el mismo tema. Señala Stevens en la de Edimburgo, que, siguiendo las experiencias de Reamur, proporcionó a un voluntario esferas metálicas perforadas en cuyo interior colocaba cantidades conocidas de carne, pescado u otros alimentos; después de ingeridas y de permanecer cierto tiempo en el estómago, provocaba la emesis del voluntario y examinaba el contenido de las esferas; comprobó que el peso de los alimentos disminuyó en muy poco tiempo, para disolverse y desaparecer transcurridas unas 36 horas.

Concluyó, como Reamur, que la putrefacción no formaba parte de la digestión gástrica. Estos experimentos los repitió en perros con idénticos resultados y comprobó que la digestión de los alimentos también tenía lugar *in vitro*; para ello en un pequeño recipiente de vidrio, que contenía jugo gástrico procedente de un perro, colocó un trocito de carne, incubándolo a la temperatura corporal en un baño de arena. En unas horas la carne se había disuelto por completo, sin atisbo alguno de putrefacción, en contraste con lo sucedido con otro trocito que se había colocado en un recipiente distinto con agua. Concluyó que la digestión tampoco consistía en un proceso de abrasión.

Spallanzani, en Pavia, siguió un proceder experimental análogo, primero con varias aves y mamíferos y después consigo mismo, si bien sustituyó los tubos y esferas hasta entonces empleados por bolsas de lino. Sus resultados coincidieron con los citados.

Acerca de la absorción de nutrientes se sabía muy poco; el paso del quilo por las vellosidades intestinales, desde el lumen intestinal a los lacteales y de estos a la sangre ya era conocido, pero creían que el quilo absorbido se convertía muy pronto en sangre, de la que a veces podrían separarse. Por ejemplo, se admitía que la mama funcionaba separando el quilo de la sangre, de forma que el lactante recibiera, casi sin cambiar, el alimento digerido y absorbido por la madre. La única base de esta creencia es la semejanza de color de la leche y el quilo. Se desconocía igualmente la forma en que se nutrían los órganos y tejidos corporales, aunque se admitía que los nutrientes procedían de la sangre llegando a los tejidos bien directamente con ella, o bien indirectamente con los nervios, reminiscencia de la creencia galénica de la transmisión del “espíritu vital” por las ramificaciones nerviosas.

Tampoco se sabía cómo se originaba y mantenía el calor corporal; la mayoría de los fisiólogos aceptaban la vieja explicación de que el calor se generaba por la fricción originada por la sangre al circular por los vasos. Hubo que esperar a las brillantes investigaciones de dos científicos franceses: Lavoisier y Laplace, para resolver este problema. Utilizando por

primera vez en Fisiología los métodos precisos de la Física y Química, demostraron que la cantidad de calor desprendida es proporcional a la cantidad de carbono convertido en CO_2 en el organismo y que la respiración es esencialmente el mismo fenómeno que la combustión. En su libro, *la transpiration des animeaux* (1790) Seguin y Lavoisier admiten que los alimentos son absorbidos y transportados por la sangre a los pulmones donde son oxidados por el oxígeno del aire inspirado, convirtiéndose el hidrógeno y carbono de los alimentos en CO_2 y agua, con liberación de calor. ¡Lástima que pensasen que la combustión acaecía en los pulmones!

De todos modos hay que reconocer que fue a fines del siglo XVIII y gracias a las investigaciones de Lavoisier y colaboradores, cuando se establecieron los fundamentos de la moderna nutrición y las bases de cálculo de las necesidades nutritivas. Demostraron que la utilización de los alimentos por el organismo era un proceso comparable a la combustión de un producto carbonado, comprobando igualmente que existía una relación *cuantitativa* entre la cantidad de alimento “quemado” en el organismo, el oxígeno inspirado empleado en la combustión y las cantidades de CO_2 y agua eliminadas. Como consecuencia de este descubrimiento se pudieron calcular las necesidades nutritivas.

También corresponde a este siglo el empleo de alimentos antiescorbúticos que habían de terminar con la enfermedad que tantas muertes ocasionó entre los marineros de las grandes exploraciones. En 1734 Bachstrom publicó en Leyden sus *Observationes circa scorbutum* en donde sostiene que todos los tipos de escorbuto hasta entonces descritos (el “marino”, el “terrestre”, el de carne salada, etc.), no son otra cosa que manifestaciones de la misma enfermedad que responde sólo a lo que él llamó por primera vez antiescorbúticos, concretamente hortalizas verdes y frutas. Todos los demás remedios eran inútiles según este médico flamenco.

Desgraciadamente este pequeño libro (sólo consta de 87 páginas) ejerció poca influencia entre sus coetáneos que seguían enfrascados en discusiones sobre el papel en esta enfermedad de la sal, de la cecina, del pescado salado, etc. Posiblemente James Lind debió conocerlo ya que en su *A Treatise of the Scurvy*, aparecido en 1753, confirma cuanto sostenía Bachstrom unos 20 años antes. Demostró que la sal no era una de las causas del escorbuto, argumentando que los mineros polacos que trabajaban en la extracción de sal gema no lo padecían. Fue muy escéptico frente al efecto curativo de las espinacas desecadas recomendadas por el Colegio de Médicos británico ya que “la humedad cualquiera que sea, no puede restaurar los jugos del vegetal perdidos por evaporación” (*sic.*). Por supuesto que tenía razón, ya que en su época no existía método alguno, medianamente bueno, que permitiera desecar las hortalizas sin que perdiesen sus virtudes antiescorbúticas. Martens, médico vienés preocupado por esta enfermedad, observó que las hortalizas cocidas protegían menos frente al escorbuto que las crudas; para él esto se debería a la pérdida por ebullición de gran parte del “aire fijado”. Fueron muchos los argumentos aducidos por los médicos para defender sus teorías sobre la causa y curación del escorbuto. Finalmente Lind demostró, sin lugar a dudas, el papel curativo de los vegetales frescos.

Para ello, en mayo de 1747, seleccionó 12 marineros del barco "Salisbury" que padecían escorbuto y presentaban una fisiopatología muy similar. Todos recibían la misma comida, pero además se les suministraban diariamente los "remedios" señalados en el siguiente cuadro:

"Remedios" antiescorbúticos ensayados por Lind en alta mar en el barco Salisbury, en 6 grupos de dos marineros (mayo 1747)

Remedios	Administración	Resultado
Sidra	Un cuarto (950 ml) diariamente	Mejoría muy ligera
<i>Elixir del vitriolo</i>	25 gotas tres veces al día	Empeoramiento
Vinagre	2 cucharadas 3 veces al día	Empeoramiento
Agua de mar	Media pinta (235 ml) diariamente	Empeoramiento
Tisana de ajos, mostaza rábanos, bálsamo del Perú y mirra	Una dosis del tamaño de una nuez moscada, tres veces al día y para beber agua de cebada hervida con tamarindos.	Empeoramiento
Dos naranjas y un limón	Diariamente	Curación

Sólo quienes recibieron frutas cítricas recobraron la salud. Lind, quien, por supuesto, desconocía la existencia de la vitamina C, dedicó gran parte de su vida a luchar y vencer el escorbuto.

El raquitismo fue otra enfermedad común en los siglos XVII y XVIII que variaba de unos países a otros y que estaba muy relacionada con las disponibilidades de alimentos, mientras en los países de clima soleado y entre la población que consumía pan de tipo integral y productos lácteos fue poco frecuente, en épocas de escasez láctea, sobre todo en las grandes ciudades de las naciones centro y norte europeas, fue una enfermedad corriente.

Le atribuyeron una etiología muy variable "aire impuro y mala dieta" (Fordyce), "alimentación ácida" (Cutten), "secuela de estigmas venéreos", etc.

Sin embargo, aunque se desconocía la etiología, su tratamiento se practicaba con éxito, desde tiempo inmemorial, desde que los habitantes de las islas occidentales escocesas se acostumbraron a tratar a los niños raquícticos primero con fricciones dérmicas y después con la ingestión de aceite de hígado de pescado. Cuando Kay y Darbey, médicos de Manchester, tuvieron noticia de este tratamiento, lo aplicaron con éxito a sus pacientes y de allí se extendió por el resto de Inglaterra y por todo el mundo.

- *Siglo XIX*: En el prolífico siglo XVIII surgen los movimientos de la Ilustración y de la Enciclopedia francesa cuya influencia se dejará sentir en la Revolución Industrial de Gran Bretaña y en los movimientos independentistas americanos, en España sólo se notará después de la Guerra de la Independencia. La Ilustración española a pesar de sus buenos deseos,

ejercerá escasa influencia en nuestros centros universitarios. Esto explica que en el elenco de los grandes investigadores y científicos de los siglos XVIII y XIX sean escasos los nombres españoles.

El siglo XIX en Europa marca el comienzo de la Agricultura científica; los descubrimientos de la Química pronto encontraron aplicación en los círculos más progresistas que admitieron que la composición química del suelo condicionaba el crecimiento de las plantas, cuyos componentes salinos vegetales procedían del suelo. Científico puntero en este campo fue el suizo Théodore de Saussure, cuyas investigaciones y poder de convicción tuvieron gran resonancia e incidencia en todo el mundo civilizado. Contribuyó mucho al ordenamiento y clasificación de los principios de la química agrícola y alimentaria establecidos por Lavoisier. Estudió los intercambios de CO_2 y O_2 durante la respiración de las plantas, determinó su contenido mineral por incineración y llevó a cabo el primer análisis elemental exacto del alcohol mediante la técnica de la combustión.

Lo mismo sucede con un mancebo de Francia, Justus von Liebig, que de su Alemania natal se traslada a la Sorbona para estudiar con Gay-Lussac; al regresar a su patria se convierte en profesor de Química en Giessen y en 1840 publica su conocido libro *Química y sus aplicaciones a la Agricultura y Fisiología*. Liebig acabó con la vieja idea de que los compuestos orgánicos de las plantas procedían directamente del humus del suelo y demostró que la principal, si no la única fuente de carbono era el CO_2 del aire. Comprobó, además, que el nitrógeno lo absorbían las plantas por sus raíces en forma de amoníaco y aclaró el papel de la caliza como enmendante de los suelos ácidos.

Los progresos en la producción animal fueron también abundantes: mejores razas, mejores sistemas de alojamiento, albergues ganaderos más higiénicos, introducción de tortas oleaginosas y de otros piensos concentrados en alimentación animal, etc., etc.

No obstante, durante los primeros años del siglo XIX todavía dominaban las viejas ideas sobre el antagonismo funcional de los alimentos alcalinos y ácidos. Se desconocían las necesidades nutritivas y la única base empleada para el cálculo de dietas era la cantidad de alimentos consumidos. Por ello, cuando había que establecer las raciones de soldados, marineros, prisioneros, escolares, etc., los cálculos se hacían, según hemos dicho, teniendo en cuenta los alimentos consumidos, y sobre todo, su costo, que era el factor más importante a considerar.

Francois Magendie, el famoso fisiólogo francés, estaba entonces estudiando el comportamiento de los perros alimentados con un solo tipo de alimento. Comprobó que los que recibían sólo carne fresca se mantenían en buena salud, pero, en cambio, los alimentados exclusivamente con azúcar, almidón o con grasa, perdían peso y enfermaban. Experimentos similares le hicieron concluir que los alimentos que contenían nitrógeno son esenciales para conservar la salud. La descripción que hace de la sintomatología presentada por algunos animales corresponde claramente a verdaderos cuadros de avitaminosis; por ejemplo, las alteraciones oculares y opacidades de córnea de los perros que sólo recibían pan correspondían, sin duda

alguna, a la falta de vitamina A. Las experiencias de Magendie alcanzaron justa fama en toda Europa.

Los trabajos de Magendie se completaron, entre otros, con los de Liebig en Alemania y su discípulo Playfair en Inglaterra. El primero admitía que los alimentos nitrogenados eran fundamentalmente formadores de músculo por lo que los llamó "los elementos plásticos"; los no nitrogenados serían la fuente principal de calor o de energía. Dado que contienen C, H, y O pensó que eran el combustible principal del organismo ya que se "quemaban" u oxidaban a CO_2 y agua. De aquí que los denominase "elementos respiratorios".

Antes de insistir en la influencia que los estudios de Liebig tuvieron en el establecimiento de las necesidades nutritivas humanas, quizá convenga referirnos a los del médico estadounidense Beaumont sobre la digestión gástrica; contó con la colaboración de Alexis St.Martin, cuyo estómago se comunicaba directamente con el exterior por un fistula, producida por la anómala cicatrización de una herida que se produjo cazando. St.Martin era un canadiense de origen francés que al sufrir la herida fue tratado en Fort Mackinac por el Dr. Beaumont, cuyo pronóstico fue muy poco esperanzador. Sin embargo, para asombro de todos, St.Martin curó, pero las paredes del estómago al cicatrizar se unieron con los tejidos que las rodeaban dejando como secuela una fístula permanente que permitía el acceso directo al estómago desde el exterior. Beaumont comprendió que podría ver lo que ocurría en el interior del estómago. En consecuencia convenció al paciente para que se trasladase a vivir con él a su propia casa, en donde permaneció casi dos años. Además le hizo firmar un contrato por el que St.Martin se comprometía "a viajar o residir en cualquier parte del mundo" con el Dr. Beaumont y a colaborar, con su mejor voluntad, en los experimentos que con él se realizasen mediante la abertura u orificio que presentaba en su costado. Los resultados de los 238 experimentos desarrollados por Beaumont se recogen en un libro que publicó en 1833 y sirvieron para terminar definitivamente con las viejas teorías que sostenían que la digestión era un proceso de putrefacción, trituración, fermentación o maceración.

Beaumont vió que los alimentos se disolvían como consecuencia de un proceso químico desarrollado por el jugo gástrico, en donde demostró que existía ácido clorhídrico. Observó también que la cantidad de jugo gástrico producida y su carácter dependían del tipo de alimento, del estado nervioso y del ayuno. De hecho sus investigaciones sirvieron de piedra angular para la gran obra que desarrolló 70 años más tarde el fisiólogo ruso Pavlov.

Pero volvamos a los trabajos de Liebig. Al analizar los tres compuestos ricos en N que había encontrado en los vegetales: fibrina vegetal (= gluten), albúmina vegetal y caseína vegetal, comprobó que los tres contenían las mismas proporciones de C y N por lo que concluyó que tenían la misma composición elemental. Esta idea no era nueva puesto que en 1837, otro químico alemán, Mulder había deducido de sus análisis que en toda la materia viva, tanto animal como vegetal, había un componente nitrogenado de importancia fundamental al que llamó *proteína* (del griego protos = primero, principal), nombre que había de prevalecer.

De acuerdo con sus análisis Liebig creía que todas las proteínas animales, con excepción de la gelatina, tenían la misma composición que las vegetales. Sostenía que los tejidos de animales herbívoros se formaban directamente a partir de las proteínas vegetales que, primero se convertían en proteínas sanguíneas y después en musculares y de otros órganos; pensaba que ya que todas las proteínas poseían la misma proporción de nitrógeno, la estimación de este elemento en los alimentos serviría para establecer su valor como “formadores de tejidos”.

La excepción era la gelatina que a pesar de su riqueza en nitrógeno no se comportaba como las otras proteínas. Fue de nuevo Magendie quien aclaró esta contradicción al suministrar a los perros sólo gelatina y comprobar que perdían peso rápidamente y enfermaban, al contrario que los alimentados con carne que contiene la misma cantidad de nitrógeno. Concluyó que, como formadores tisulares, no todos los alimentos nitrogenados son iguales.

Más tarde, en los primeros tres lustros del siglo actual, Emil Fischer y sus colaboradores mediante una serie de brillantes experimentos demostrarían que en todas las proteínas hay C, N, O, etc., como habían señalado Liebig y sus discípulos. Comprobarían, además, que los aminoácidos, “ladrillos del edificio molecular”, variaban de unas proteínas a otras, no sólo en el número y proporción que de ellos contienen, sino también en la forma en que se disponen en las moléculas proteicas.

Fischer comprobó igualmente que durante la digestión se liberaban de las proteínas los aminoácidos que las constituían que, atravesando las paredes del intestino, iban con la corriente sanguínea a los tejidos, en donde se incorporaban a las propias proteínas corporales. Vió que cuanto más se parecen las proteínas de los alimentos a las del propio organismo tanto mejores resultan desde el punto de vista nutritivo. En el caso de la gelatina, que tanto chocó a Liebig, su escaso valor nutritivo se debe, como vió Fischer, a la falta de triptófano.

A principios del siglo XIX se admitía la presencia de “osmazoma” en algunos alimentos; se trataba del líquido denso, marrón y odorífero que se origina al asar a la plancha o freir con poco aceite la carne. A esta sustancia que, debido a su olor y sabor, estimula el apetito y contribuye a la secreción de jugos digestivos, se le concedió un gran valor nutritivo por su riqueza en nitrógeno; sin embargo, se polemizó bastante sobre su papel en la “construcción corporal”. De otra parte se había comprobado que el caldo resultante de la cocción de la carne contenía cantidades apreciables de nitrógeno. Liebig comprobó que parte de este nitrógeno procede de la gelatina y parte de otros compuestos, distintos de las proteínas; aunque reconoció que el caldo no ejercía un papel “formador de tejidos” no negó su “gran” valor nutritivo pues creía que actuaba sobre el apetito y sobre el tono general del organismo; además estaba convencido de que contenía las sales minerales extraídas de la carne. Esto le llevó a fabricar su *Extractum carnis* cuya aparición en el mercado produjo gran revuelo ya que se afirmaba que 1 kg contenía concentrada la “esencia” de 36 kg de carne. A pesar del prestigio innegable de Liebig pronto se comprobó que sólo servía de “estimulante nervioso”.

Hoy se sabe que los extractos cárnicos contienen entre otros componentes, cantidades apreciables de riboflavina, ácido nicotínico y otras sustancias nitrogenadas no proteicas y que la gelatina suplementada con otras proteínas, como las del gluten de trigo, sirve de "sustancia formadora corporal".

Otro error de Liebig fue el postular que al realizar un ejercicio físico se utilizaba la masa muscular; por lo tanto los ejercicios violentos debían consumir gran parte del material muscular que había que reconstituir a partir de las proteínas de la dieta. El Dr. Smith, un médico inglés, dudó de la veracidad de Liebig al observar que la cantidad de nitrógeno excretada por los prisioneros que estaba estudiando en la cárcel de Coldbathfields, no dependía del trabajo que realizaban, sino del nitrógeno que ingerían con la dieta; hubo que esperar a 1889 para que se aceptasen los resultados de sus experimentos. Entonces dos científicos suizos, Fick y Wislicenus, demostraron que podían escalar el pico de Faulhorn alimentándose con una dieta carente de nitrógeno; también comprobaron que no excretaban más nitrógeno durante o inmediatamente después de este duro ejercicio que cuando permanecían en reposo. Estos y otros trabajos demostraron que el músculo es una máquina que oxida los carbohidratos, realizando su trabajo (contracción/relajación) gracias a la energía que se libera en estas oxidaciones. Sólo en casos de ayuno prolongado se utiliza, hasta un cierto grado, la musculatura; sucede tanto si se realiza ejercicio como si se permanece en reposo, lo que significa sencillamente que el organismo vive, como mejor puede, de sus propias reservas.

De los trabajos clásicos de Liebig procede el primer método científico de establecer cuantitativamente el valor nutritivo de la dieta; ello fue posible gracias a los adelantos del análisis químico, que permitieron determinar con precisión las cantidades de carbono y nitrógeno perdidas por el organismo con el aire expirado y con las excretas en 24 horas.

Aunque Lavoisier había comprobado que la combustión de los alimentos era la fuente del calor animal, hubo de esperar a que Groves y Joule demostraran que la energía en forma de calor y la gastada como trabajo mecánico eran interconvertibles, para comprender el significado del valor energético de los alimentos. Quizá convenga recordar que estos científicos no tenían idea de los complejos mecanismos por los que se oxidan los componentes orgánicos de los alimentos, dado que pensaban sólo en términos de oxidaciones simples como las que realizaban en sus laboratorios, por ej., la oxidación de la sacarosa por el clorato potásico.

Tan primitivas eran las ideas sobre la combustión a principios del siglo XIX que eran muchas las personas instruidas que admitían que a veces se originaba la muerte a consecuencia de una combustión espontánea. Liebig dedicó un capítulo entero de sus *Cartas familiares sobre la química* (*) a refutar estas creencias.

(*) *Familiar Letters on Chemistry*; J. von Liebig, 1854; 4ª Ed.

Frankland, un eminente profesor de química londinense, estableció experimentalmente por primera vez el valor energético de los alimentos; para ello oxidó cantidades conocidas de alimentos con clorato potásico en un recipiente cerrado sumergido en agua. Midiendo el aumento de la temperatura experimentado por el agua, debido al calor liberado durante la oxidación de los alimentos, calculó su valor energético para el organismo.

En 1823 la Academia de Ciencias de París premió a un joven científico, Despretz, por su trabajo experimental sobre el origen del calor animal. Para ello se sirvió de una cámara en la que colocaba un ratón u otro animal pequeño, estaba construida de tal forma que permitía medir el calor producido por el animal, bien directamente, registrando el aumento de la temperatura del agua que la rodeaba, o indirectamente, estimando el CO_2 producido en la respiración y calculando después el calor necesario para la formación del CO_2 por oxidación del carbono. Basándose en esta cámara se construyó otra mayor en Munich, bajo el patronazgo de Maximiliano II de Baviera, en la que se situaba una persona que podía moverse y realizar algunos ejercicios. Se sumergía en agua y estaba dotada de dos tubos, uno para la entrada del aire inspirado y otro para la salida del expirado; este último permitía la toma de muestras para analizar el contenido del aire en CO_2 y agua. Así podía establecerse con precisión el oxígeno consumido y el CO_2 y agua liberados por el individuo del interior de la cámara. Con estos antecedentes Karl con Voit y Max von P'ttenkofer establecieron por primera vez las necesidades alimenticias del hombre adulto. Estos y otros muchos hechos de vital importancia en nutrición, realizados no sólo en el laboratorio de Munich (Voit y P'ttenkofer), sino en Marburgo (Rubner), Francia (Bernard, Chauveau), EEUU (Atwater y Lusk), Gran Bretaña (Playfair, Smith), Suiza (Bunge, Lunin), etc., etc., llevaron a la conclusión de que una buena nutrición requería tres tipos de componentes orgánicos (proteínas, carbohidratos y grasas) y dos inorgánicos (sales y agua).

Llama la atención que no se mencionen para nada las sustancias antiescorbúticas, "los principios de las frutas frescas", a pesar de los muchos años de conocimiento del escorbuto. Los nutrólogos de finales del siglo XIX estaban tan ocupados acumulando datos sobre las necesidades de proteínas y energía que prácticamente no tenían tiempo para otra cosa. No obstante, Bunge y su ayudante Lunin, comprobaron en Basilea que los componentes de la leche en estado puro, aun adicionados de sus cenizas, no permitían mantener con vida mucho tiempo a los ratones sometidos a esta dieta, cosa que no sucedía cuando recibían leche entera, de ahí que Bunge escribiera "merecería la pena continuar el experimento", algo que inexplicablemente no hizo. Estuvo pues en el umbral del descubrimiento de las vitaminas, lo que ocurriría 25 años más tarde.

El descubrimiento, ya en el siglo XX, de la existencia de dos tipos de aminoácidos, los esenciales o indispensables y los sintetizados por el organismo permitió establecer el valor nutritivo de las proteínas y determinar su evaluación o categorización biológica. Resultado de múltiples experimentos fue el establecer que no todas las proteínas tienen el mismo valor biológico y que las que lo poseen más alto son las de la leche y las de

los huevos, seguidas de las de la carne y el pescado, de las de los cereales, leguminosas, etc. La principal conclusión práctica de los trabajos sobre valor nutritivo proteico es que una buena práctica dietética consiste en consumir mezclas de proteínas de origen animal y vegetal.

A finales del siglo XIX en las Indias Orientales holandesas se producía entre los nativos una gran mortandad por una enfermedad de etiología desconocida a la que llamaban beri-beri los nativos. El gobierno de la metrópoli envió en 1886 una comisión de expertos, presidida por los profesores Pekelharing y Winkler, con el fin de encontrar sus causas y remedios. De dicha comisión formaba parte un joven médico de la armada, el Dr. Christian Eijkman. Después de un año de trabajo, tal vez influenciados por los descubrimientos de Pasteur, los dos primeros regresaron a Holanda llevando consigo, como posible agente causal, a un micrococo que habían aislado de los enfermos. Eijkman permaneció varios años en las Indias Orientales continuando sus observaciones con un presupuesto ridículo. Tan escaso era que los pollos criados en el hospital con fines experimentales se alimentaban de los restos alimenticios procedentes de los almacenes de la intendencia militar.

Eijkman observó sorprendido que los pollos así alimentados padecían una curiosa enfermedad caracterizada por su incapacidad de caminar y por otros síntomas parecidos a los del beri-beri humano. Aunque inicialmente se pensó que los animales se habían contagiado con el micrococo responsable, pronto se vió que no era así, ya que al cambiarles el pienso se recuperaban muy pronto. Tanto Eijkman, como su ayudante Grijns, abandonaron los estudios bacteriológicos para dirigir su atención a los piensos. Pronto comprobaron en las gallinas que al proporcionarles arroz blanco desarrollaban en pocas semanas beri-beri, enfermedad que desaparecía en muy pocos días, si el arroz blanco se sustituía por otro sin pulir, o si el blanco se complementaba con el material desprendido de los granos por la pulidora del arroz. Durante la abrasión que sufren los granos en esta operación, se les priva de su cascarrilla o salvado y del germen que, como el trigo, son sus fuentes vitamínicas.

Eijkman, de acuerdo con las teorías dominantes, pensó que los granos de arroz blanco eran muy pobres en grasa y sales, por lo que incorporó estas sustancias a la ración con fines curativos pero sin resultado positivo alguno. Sin embargo, los extractos preparados por Grijns del salvado y del germen tenían un efecto curativo manifiesto; la importancia de este descubrimiento radica en la pequeña cantidad de extracto requerida para alcanzar la curación. Esto ocurría en 1901 y dos años más tarde se confirmó, sin lugar a dudas, que el beri-beri humano era la misma enfermedad que Eijkman había observado en los pollos del hospital.

Pekelharing, maestro de Eijkman, inició en la Universidad de Utrech una serie de experimentos similares a los que había realizado Lunin 25 años antes en Basilea. Los resultados confirmaron los hallazgos de Eijkman, demostrando que las dietas constituidas por todos y cada uno de los componentes de la leche —entonces conocidos— en estado de máxima pureza, cuando se administraban *ad libitum* a los animales de experimenta-

ción terminaban inexorablemente con su muerte. Sin embargo, cuando se les suministraba la misma ración, pero sustituyendo el agua por leche, mantenían un perfecto estado de salud a pesar de la escasez de proteína, lactosa y grasa que con ella ingería. Era evidente que existía una nueva clase de componentes alimenticios, desconocidos entonces, que se requerían en cantidades pequeñísimas; como escribió Pekelharin: "Sólo quiero resaltar que existe en la leche una sustancia desconocida que tiene una importancia nutritiva extraordinaria incluso en cantidades mínimas..."

Pronto habrían de confirmarse las sospechas del profesor holandés. Stepp, bioquímico alemán, descubrió en 1909 que el valor nutritivo de muchos alimentos disminuye al extraer todos sus componentes grasos. Observó, con sorpresa, que si estos compuestos se sustituían por grasa no se recupera su valor nutritivo original, lo que únicamente ocurría si se añadía íntegramente todo el material graso extraído. Sin proponérselo Stepp había puesto de manifiesto la existencia de vitaminas liposolubles.

1912 es el año en el que Sir Frederick Gowland Hopkins demuestra definitivamente con una serie de experimentos impecables que los animales alimentados con una dieta suficiente en grasa, carbohidratos, proteínas y sales minerales no se desarrollan convenientemente, llegando incluso a morir, salvo que se adicionen a su ración lo que llamó "factores accesorios de los alimentos" que después serían rebautizados por el polaco Casimir Funk como vitaminas ... Desde entonces nos encontramos ya de lleno en la nutrición actual y son muchos los descubrimientos y mejoras nutritivas que día a día van incorporándose a nuestro conocimiento.

2. Progresos en Tecnología de los Alimentos

Los alimentos, tanto de origen animal como vegetal, además de servir para la nutrición humana constituyen un medio muy conveniente para el desarrollo de los microorganismos que se encuentran en nuestro entorno, por lo tanto, salvo que se tomen precauciones, se alteran y convierten en incomedibles, cuando no en peligrosos para la salud. Para conservarlos sirve cualquier procedimiento que destruya los microorganismos o inhiba su desarrollo impidiendo su posterior contaminación. Por ejemplo, el enlatado se basa en la destrucción por el calor de los microorganismos y en la barrera que a su penetración desde el exterior supone la hermeticidad de la lata. En otros sistemas de conservación se procura alcanzar en el alimento un ambiente disgenésico para el desarrollo de los agentes alterantes: sirvan de ejemplo la deshidratación, la congelación, el escabechado, etc. El deterioro de los alimentos no se debe exclusivamente a los agentes microbianos, sino que ciertas reacciones químicas (enranciamiento) y bioquímicas (pardeamiento enzimático) juegan también un importante papel. Afortunadamente muchas de las condiciones que inhiben o destruyen los

microorganismos impiden o frenan también los cambios químicos y bioquímicos.

– *Civilizaciones primitivas y clásicas*: Las primitivas técnicas de conservación alimentaria fueron consecuencia de la observación, la experimentación, la necesidad y, posiblemente, del azar. El invierno en los climas fríos, era una estación de gran escasez de alimentos; dado que, como se ha señalado, tampoco se disponía de piensos suficientes para el ganado, gran parte de éste se sacrificaba antes de entrar en pleno invierno; la carne que no se consumía fresca se procuraba conservarla para hacer frente a los meses de escasez. En la zona norte de nuestro hemisferio los sistemas corrientes de conservación se basaban en la desecación, salazonado, ahumado y escabechado de carnes y pescados, técnicas que posiblemente conocían nuestros antecesores de la Edad del Hierro y que sin ninguna duda, dominaron las civilizaciones asiria, babilónica, egipcia, etc. En los países cálidos el problema no reside en conservar los alimentos para el invierno, sino en mantenerlos en condiciones de comestibilidad, ya que se alteran con gran rapidez y en muchas ocasiones incluso antes de llegar al mercado. Los productos conservados, típicos de este clima, son la leche fermentada, el queso, la carne y el pescado, desecados por el sol y el aire, así como las frutas deshidratadas del mismo modo.

La primera noticia histórica sobre conservación a gran escala de alimentos se refiere al antiguo Egipto en donde se prestaba atención preferente al almacenamiento de suficientes *stocks* de cereales para hacer frente a las malas cosechas debidas a la falta de irrigación del Nilo. Disponían de edificaciones o silos grandes, donde el trigo se conservaba mucho tiempo en buenas condiciones, para hacer frente a situaciones de emergencia.

Al estudiar la evolución de los conocimientos nutritivos hemos visto que tanto en Babilonia, como en Egipto y después en Grecia y Roma se conocía la “tecnología” de elaboración del vino y de la cerveza a los que pronto siguió la del pan fermentado y otros productos horneados. Los romanos no sólo aprendieron estas elaboraciones, sino que las perfeccionaron, fabricando diversos productos de panadería para lo que hubieron de mejorar antes los sistemas de molienda y los de separación y mezclado de harina. Almacenaban también alimentos muy variados en recipientes de cerámica cubriéndolos con aceite o grasa o con adobos de sal, vinagre y especias y, por ejemplo, entre los hallazgos de las ruinas de Pompeya figuran recipientes de cerámica con fruta conservada en miel, cuya concentración de azúcar es suficiente para impedir el crecimiento de los microorganismos que en ausencia de aquélla habrían alterado la fruta. Verdaderamente desconocemos si este efecto conservador se debió exclusivamente a la miel o quizá también al calor, que, sin duda, les transmitió la lava del Vesubio como se deduce de los escritos de griegos y romanos (Homero, Aristófanes, Juvenal, Catón, etc.) ambas civilizaciones dominaban las técnicas chacineras. Existen testimonios que indican que durante las festividades florales y lupercales que se celebraban todos los años en la Roma precristiana, en honor de Flora, diosa de flores y jardines y de Luperkus, el dios del pan, se hacía un gran consumo de embutidos (*temicina*, *circeli* y *botuli*) elaborados con carne

de cerdo, tocino, pimienta y semillas de comino. Algunos antropólogos han afirmado que muchas de estas actividades festivas estaban en parte orientadas a impetrar la fertilidad y que el sabor picante de muchos embutidos y el aspecto fálico de otros constituían hechos destacados a este respecto. Ello llevó a la Iglesia primitiva a prohibir el consumo de embutidos. Cuando Constantino el Grande abraza el cristianismo, prohíbe la elaboración y consumo de embutidos porque iban asociados a estas bacanales lupercales y florales. Tal prohibición se mantuvo hasta el año 494 d.C., cuando el Papa Gelasio I convirtió los festivales lupercales, que tenían lugar el 15 de febrero, en la fiesta de la Purificación; con ello la ingestión de embutidos perdió su carácter pagano.

No obstante, sostiene Copey (1949) que esta situación había de cambiar con el emperador bizantino León VI quien, en pleno siglo IX, promulgó un decreto en el que decía: "Hemos sido informados que la sangre se incluye en los intestinos como un alimento más. Nuestra Majestad Imperial no puede permitir que el honor de nuestro estado sea deshonrado por estos abominables inventos de la glotonería. Quienquiera que de aquí en adelante convierta la sangre en alimento será severamente azotado, completamente afeitado y expulsado para siempre de nuestros reinos".

A pesar de todo, afortunadamente los embutidos sobrevivieron a León VI y su respetabilidad ha ido en aumento, lo mismo que su precio.

Plinio, que admitía la existencia de un "principio corruptor" en el aire, responsable de las alteraciones de los alimentos, recomendaba, para evitarlas, recubrirlos con cera o resina y colocarlos en vasijas de cerámica, bien cerradas, enterradas en la arena. En las publicaciones de Apicio hay recetas para conservar la carne en miel, sin necesidad de sal y para preparar salmueras o adobos a base de sal, mostaza, vinagre y miel para conservar en ellos la carne de cerdo (carne adobada o escabechada). Catón aconsejaba para conservar el vino, que se cubriese con una capa de aceite y Vitrubio recomendaba el aceite de cerdo como conservante general.

En resumen, la sal, el vinagre, el aceite, la miel, el humo, las cenizas, la desecación y las ceras y residuos, aislados o mezclados, se empleaban de forma empírica para prolongar la vida útil de los alimentos. Muchas de estas prácticas se aplican todavía en la actualidad en medios rurales de la cuenca mediterránea.

Otro método interesante de conservación de alimentos, desarrollado en el Nuevo Mundo, desde tiempo inmemorial, es el que empleaban los indios de Idaho al elaborar *pemmican*. Primero separaban la grasa de la carne y a continuación la secaban un poco sobre el fuego, picándola luego lo más finamente posible y mezclándola íntimamente con la grasa, que habían fundido aparte, con la que, además, la recubrían lo mejor posible, de forma que no quedasen oquedades ni, por lo tanto, aire incorporado. La ausencia de agua impedía el crecimiento microbiano, pero no el enranciamiento que, sin duda alguna, aparecía con el transcurso del tiempo.

– *Edad Media y Renacimiento*: Durante la Edad Media, tanto en Europa como en Asia, se utilizaban prácticamente los mismos sistemas de

conservación que en la Roma clásica, es decir, desecación, ahumado, salazonado, escabechado y en zonas donde el frío era suficientemente intenso la congelación. A veces, de forma aleatoria, se utilizaron inicialmente dos o más de estos métodos, por ejemplo, la desecación y el ahumado, ambos y la salazón, etc. Así se fueron obteniendo productos diversos, algunos de los cuales han persistido hasta nuestros días. El sabor y olor de muchos de estos productos conservados apenas recuerdan a las materias alimenticias de que proceden, pero con el transcurso del tiempo no sólo han resultado familiares y, por lo tanto, ampliamente aceptados, sino que algunos se consideran auténticas delicias en la actualidad: Sirvan de ejemplo el salmón ahumado, el jamón serrano, determinados quesos, y otros.

En el siglo XIII y aprovechando las excelentes propiedades del trigo duro, se inicia en Sicilia la elaboración de pastas para sopas. Al principio su fabricación tenía carácter familiar o artesanal, limitándose a la elaboración de *spaghetti* y macarrones. Con el transcurso del tiempo van introduciéndose mejoras en su tecnología y aumentando las variedades que se ofrecen al comercio.

– *Los grandes avances tecnológicos. Siglos XVIII y XIX:* Como ya hemos señalado al hablar de la historia de la nutrición, la necesidad de mejorar los sistemas de explotación agraria y los métodos de conservación de alimentos se hizo patente e imperativa a finales del siglo XVIII, como consecuencia del crecimiento de la población de las grandes ciudades a expensas de la agraria. La mayor parte de los habitantes de las ciudades, no sólo en el siglo XVIII, sino también en el XIX, sufrió de malnutrición en el sentido más amplio de la palabra. Realmente hasta los últimos años de esta centuria las mejoras de la agricultura, del transporte y de la tecnología de los alimentos no se dejaron sentir en las poblaciones marginadas de las ciudades.

Los avances en maquinaria agrícola, realizados en su mayor parte en el siglo XVIII, sólo se popularizaron en el XIX, lo mismo que el empleo de fertilizantes químicos como complemento del estiércol. El año 1860 constituye un hito importantísimo en la historia de la tecnología de los alimentos. Antes de esta fecha los alimentos conservados eran pocos y caros, empleados en expediciones marinas y terrestres y, por lo tanto, inalcanzables para el pueblo bajo. Después de 1860 comienzan a elaborarse alimentos conservados en los lugares de origen (América y Australia), se introducen sistemas masivos de producción y comienzan a entenderse las causas del deterioro microbiano de los alimentos, lo que facilitará, como es lógico, el avance de la tecnología de los alimentos. Sin embargo, el estímulo auténtico para el desarrollo de esta tecnología fueron las expediciones al Artico y a las antípodas y también las guerras, como ocurrió hasta en la última conflagración mundial en la que se introdujeron mejoras importantes en la elaboración de alimentos deshidratados de reconstitución instantánea.

La conservación de los alimentos por enlatado, que se desarrolló en el siglo XIX, se diferencia de los demás sistemas en que los microorganismos

alterantes son *destruidos y no meramente inhibidos* y en que la hermeticidad de las latas evita la contaminación ulterior de su contenido. Siempre que el calor aplicado sea el correcto, en temperatura y tiempo, y los sertidos herméticos, el producto enlatado es estable y su vida de almacén prácticamente indefinida.

Las frutas requieren un tratamiento térmico menos drástico que las carnes y pescados ya que su acidez inhibe el crecimiento de casi todos los microorganismos alterantes más termorresistentes. El embotellado doméstico de las frutas, como señala Thorne en su *The History of Food Preservation*, se practicó durante todo el siglo XVIII y ya entonces algunas tiendas de comestibles de las grandes urbes ofrecían un número muy limitado de frutas embotelladas en jarabe que habían sido tratadas por el calor, aunque sin alcanzar las temperaturas y tiempos requeridos para su esterilización.

A finales del siglo XVIII los holandeses disponían de una pequeña industria para preparar alimentos enlatados para su marina; sin embargo, tampoco se procesaban a esterilidad. Por ejemplo, el salmón lo elaboraban como sigue: recién capturado se evisceraba y lavaba, cociéndose con salmuera hirviendo. Antes de que estuviera completamente cocido, se sacaba de la salmuera y se ahumaba unos días con humo de madera de enebro. Después el pescado entero se colocaba en una especie de lata o caja de hierro y todos los huecos se llenaban con mantequilla fundida o con aceite de oliva, soldándose a continuación la tapa. Aunque después de "enlatado" no se sometía a tratamiento térmico, posiblemente se conservase bien por la acción conjunta de la sal, del ahumado, de la deshidratación parcial y de la exclusión del aire y los microorganismos por la grasa de relleno.

- *Alimentos conservados por el calor*: La conservación de alimentos por esterilización térmica, llegaría de manos de Nicolás Appert, confitero de Massy, en las cercanías de París, a comienzos del siglo XIX. Aunque carecía de los conocimientos microbiológicos que subyacen en este método de conservación una serie de cuidadosos y extensos trabajos, realizados a lo largo de su vida, harían que su nombre se incorporase a la tecnología de los alimentos como sinónimo de uno de los métodos de conservación más utilizados, el enlatado o *appertización*. En 1780 se estableció como pastelería en París, negocio que continuó hasta 1795; desde entonces, todo su tiempo lo dedicó a perfeccionar los métodos de conservación de los alimentos con ayuda del calor. Es muy posible que sus ideas procediesen de muchas de las recetas publicadas para la conservación doméstica de frutas, pero su adaptación a otros alimentos, sobre todo a los de origen animal, no era tarea fácil, dado que los microorganismos que se encuentran en las frutas se destruyen mucho más fácilmente que los de la carne y el pescado. Appert, como se ha dicho, desconocía la incipiente microbiología y sus fórmulas y técnicas fueron consecuencia exclusiva de sus observaciones experimentales. Le llevó siete años llegar a la convicción de que sus productos eran lo suficientemente seguros como para resistir la prueba de un largo viaje con la marina francesa. Eligió precisamente esta prueba

porque en Francia, como en otras potencias marítimas, la alimentación de oficiales y marinos era la que más necesitada estaba de alimentos bien conservados. Las pruebas se realizaron en 1803 y en noviembre del mismo año el Prefecto Marítimo de Brest emitió un informe, sobre la calidad de estos productos, del todo favorable. Los éxitos de Appert se difundieron con gran rapidez y el Gobierno francés por medio de la *Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale* decidió establecer en 1809 un comité que estudiase el nuevo proceso de conservación de los alimentos. De este comité formó parte Gay Lussac que gozaba ya entonces de reconocimiento universal. A sus 31 años era ya profesor de la Escuela Politécnica Superior de París, había subido en globo hasta los 7.000 metros para tomar una muestra de aire para su análisis y en 1804, un año más tarde de su ascensión y como consecuencia de sus experimentos sobre la combustión del hidrógeno en una atmósfera de oxígeno, emitió su famosa ley. El Ministerio del Interior francés quedó tan impresionado por los informes recibidos que le otorgó a Appert un premio de 12.000 francos ... "como recompensa por la invención y como compensación de los gastos que Vd. se ha visto obligado a realizar, tanto para establecer su industria cuanto para realizar los experimentos necesarios para llevar a buen fin su proceso" (*sic.*). Como describe Thorne y en contra de lo que frecuentemente se ha publicado, no es cierto que Appert obtuviera los 12.000 francos por vencer en un concurso convocado por el Gobierno, sino que fue un pago *ex gratia* que recibió por la publicación de sus métodos, práctica corriente de los gobiernos franceses de la época.

El libro de Appert, titulado *L'art de conserver pendant plusieurs années toutes les substances animales et végétales* se publicó en 1810 y muy pronto se tradujo al alemán, neerlandés, sueco, inglés, etc., sucediéndose las ediciones hasta bien avanzado el siglo XIX. Es una obra tediosa que, sin embargo, hace gran hincapié en todas las precauciones que deben tomarse para tener éxito y señala las condiciones que deben cumplirse para la conservación de los distintos alimentos; llama la atención que, antes del desarrollo bacteriológico, que se iniciaría 50 años más tarde, llegase a conclusiones correctas en lo que se refiere a los tiempos necesarios para alcanzar la esterilización y en la necesidad de extremar las condiciones de limpieza e higiene, algo que entonces estaba muy lejos de exigirse en la manipulación de los alimentos.

Tres meses después de publicarse el libro de Appert, en Londres, se le concedió a Peter Durand una patente por su "invento de un método para conservar durante mucho tiempo alimentos de origen animal y vegetal y otros artículos perecederos sin que se alteren". Durand admitió que este invento se lo había "comunicado un extranjero que residía fuera"; dada la similitud con la obra de Appert, posiblemente se trata de un plagio que en aquella época resultaría fácil, dado que Francia y Gran Bretaña estaban en guerra. No parece lógico admitir que en estas circunstancias Appert permitiese la patente de Durand, máxime cuando nunca patentó ninguno de sus procesos, que podrían aprenderse en su libro, sino que su defensa descansaba en sus buenas prácticas de elaboración. En favor de Durand debe señalarse que fue el primero en recomendar como envases los

recipientes metálicos, aunque no se sabe con certeza que él los utilizara. Quien los empleó, con toda seguridad, fue John Hall(*) un metalúrgico que formó una empresa conservera con Bryan Donkin, inventor londinense de cierta fama y miembro de la *Royal Society* que se encargaría de los aspectos científico-técnicos, mientras Hall se preocuparía de los comerciales. Pronto se les unió John Gamble quien sería el encargado de la gerencia y del funcionamiento diario de la fábrica. Hasta fines del siglo XIX Donkin, Hall y Gamble sería la empresa conservera más importante del Reino Unido. Como ella surgieron otras muchas en los diferentes países europeos, salvo en España, cuya primera fábrica la establecerían en San Fausto de Chapela, en 1861, los hermanos Curtea. Dice Massó que se dedicaba fundamentalmente al enlatado de sardinas en aceite, pero también enlataba carne de vacuno y de aves. Unos veinte años más tarde, aproximadamente, se montaron dos más; la de Goday en la Isla de Arosa y la de Massó en Bueu. En 1818 ó 1819 se estableció en Boston la primera conservería de EEUU.

Al principio casi toda la producción de la industria conservera se destinó a la marina y al ejército, que eran los más necesitados de alimentos fáciles de transportar y de mantener en condiciones ambientales corrientes. Inicialmente el alto coste de producción de los alimentos enlatados limitó su empleo en la población civil a las clases poderosas.

En 1810 al analizar Gay-Lussac los gases de los alimentos tratados por el método de Appert encontró que contenían muy poco oxígeno, lo que le llevó a proponer una errónea teoría para explicar la razón del efecto conservador de este tratamiento; lo atribuyó a que "el oxígeno absorbido, al someterse los alimentos a la temperatura del agua hirviendo, produce una nueva combinación que difícilmente originará fermentación o putrefacción". Si bien es cierto que el oxígeno es importante en el deterioro de algunos alimentos, su efecto en los enlatados es despreciable en comparación con el de los microorganismos que, son los que se destruyen en los alimentos embotellados o enlatados tratados por el calor. A pesar de ello la gran autoridad científica de Gay-Lussac hizo que esta teoría se admitiese, incluso después de disponer de la correspondiente explicación bacteriológica. Hasta bien entrado el siglo actual los fabricantes calentaban los alimentos demasiado tiempo antes de su procesado para eliminar todo vestigio de aire. La verdad es que la disminución del aire facilita el cierre de los envases y evita las presiones excesivas de su interior, durante la aplicación del calor, pero influye muy poco en la conservación.

En 1851 una gran cantidad de carne enlatada de baja calidad y deficientemente esterilizada entró en descomposición en los almacenes de la marina británica. La situación llegó a conocimiento del prestigioso *The Times* que con sus artículos provocó un gran escándalo por la negligencia del Almirantazgo, lo que obligó finalmente al Parlamento británico a establecer un comité de investigación.

Las conclusiones del Comité hacían especial énfasis en las críticas al Almirantazgo que otorgaba la contrata a quien ofreciese precios más bajos.

(*) Appert no los utilizaría hasta después de su visita a Gran Bretaña en 1814.

sin atender a otras consideraciones y sin preocuparse por la calidad alimentaria en general. De otra parte, puso de manifiesto que el Almirantazgo exigía unos envases demasiado grandes, lo que, a la luz de los conocimientos actuales, posiblemente explique que en el centro de las latas no se alcanzasen las temperaturas de esterilización. Estos hechos y otros semejantes sirvieron de acicate para mejorar la técnica de Appert y pusieron de manifiesto lo que hoy constituye ya un axioma en Tecnología de los Alimentos: Es imposible conseguir productos alimenticios de primera calidad, si se parte de una materia prima deficiente.

El método de Appert se mejoró muy pronto: Así el empleo de latas metálicas, al que ya nos hemos referido, tuvo lugar en torno a 1810. En 1840 Wertheimer comprobó que aumentando la temperatura de calentamiento disminuía el tiempo requerido para la esterilización, lo que se reflejaba también en la calidad del producto. Desgraciadamente empleó el calentamiento directo a la llama, sin una agitación controlada y naturalmente las porciones del alimento en contacto con las paredes de la lata con frecuencia se tostaban o socarraban, otras veces se derretía la soldadura lateral y, a veces, hasta se producían explosiones. Un año más tarde se patentó el calentamiento en baños de soluciones salinas que hierven a temperaturas mayores de 100 °C sin el peligro del calentamiento directo. Goldner, precisamente el contratista de los alimentos enlatados de la marina causantes del escándalo del *The Times*, fue el primero en patentar el calentamiento en baños de cloruro cálcico, que reducían el tratamiento de 4-5 horas a sólo una; este método se extendió rápidamente por Europa entre 1840-1845; sin embargo, en EEUU, según el Prof. Goldblith, hubo de esperar hasta 1860. La introducción de los baños de cloruro cálcico; al reducir los tiempos de calentamiento, permitió también una mayor producción por jornada de trabajo. Elliot, en Australia, puso en práctica en 1846, la esterilización en baños de aceite de ballena calentados por gas.

El gran aumento de la presión interna de las latas durante su calentamiento en cloruro cálcico originó en más de una ocasión su explosión, lo que se evitó calentándolas en un recipiente cerrado que contenía vapor a presión, es decir, en lo que hoy conocemos como *autoclave*. Al ser aproximadamente iguales la presión del interior de las latas y la del autoclave se evitaba que las primeras explotasen; lo que no se impedía era que lo hicieran, a veces, los autoclaves, en lugar de las latas, debido bien a un diseño inadecuado, bien a un error de quien lo manipulaba. El primer autoclave u olla a presión fue descrito por Denys Papin en su *A new digester or engine for softening bones* en 1681, es decir, bastantes años antes del descubrimiento de Appert y aunque el último también utilizó el autoclave en 1831, sólo lo hizo para cocer la carne antes de enlatarla; fue su nieto, Raymond Chevalier-Appert, quien lo empleó por primera vez para la esterilización de los botes de alimentos. Su mejora más significativa fue la adaptación de un manómetro de mercurio para determinar con exactitud la presión del interior.

Otras mejoras dignas de mención son los botes de sertidos sin soldaduras de Marie Bouquet, cuya hermeticidad se conseguía mediante un cierre a

tornillo; sin embargo, tenían muchos fallos y resultaban caros por lo que pronto se abandonaron. Hasta 1884 no se dispuso de botes de doble agrafadura, invención que se debe a Lake; su hermeticidad fallaba a menudo, por falta de junta mástica; la doble agrafadura, tal y como hoy se conoce, es obra de un neoyorquino, Max Ams, que la patentó en 1896. Los botes ovales, los embutidos, los de fácil apertura, las bolsas termoesterilizables, la esterilización con agitación, la continua presión, el enlatado aséptico, etc., son todas mejoras relativamente recientes cuya historia corresponderá a nuestros sucesores.

- *El frío y la conservación de alimentos:* El frío como medio de retrasar el deterioro de los alimentos se conocía desde los tiempos más remotos, pero su aplicación y, sobre todo, su producción continuada para posibilitar el almacenamiento y transporte de los alimentos, data de los últimos 25 años del siglo pasado.

En 1834 Jacob Perkins patentó un circuito cerrado de producción de frío cuyo agente refrigerante era el éter sulfúrico; si bien comercial y económicamente resultó un fracaso, estableció la técnica de la evaporación y condensación de los líquidos, mediante compresión, para aprovechar el calor latente de la evaporación con fines refrigerantes. Las primeras plantas de refrigeración comercial se establecieron en EEUU en 1850. Algunos años más tarde, los hermanos Carré desarrollaron en Francia una planta de refrigeración con amoniaco que durante muchos años sirvió de prototipo de las plantas terrestres.

En 1875, Charles Tellier, un ingeniero francés ubicado en Argentina, basándose en los trabajos de los hermanos Carré, montó en el barco *Frigorifique* una de sus máquinas frigorígenas y con un cargamento de carne congelada partió de Buenos Aires para Rouen a donde arribó después de una travesía de tres meses. La mayoría de la carne llegó alterada, pero algunas canales superaron sin inconveniente la correspondiente inspección sanitaria dado su excelente aspecto. Lejos de desanimarse Tellier, mejoró su instalación de frío y en 1877 partió de Buenos Aires otro barco, el *Paraguay*, que transportó a Marsella 5.500 canales de lanares que llegaron en perfectas condiciones al mercado francés. El inconveniente de este sistema radicaba en el empleo, como agente refrigerante, de amoniaco gas tóxico que originaba fugas al aflojarse durante el viaje algunas tuberías; por ello lo prohibieron las autoridades para evitar los peligros consiguientes; de aquí que no se repitiese esta experiencia.

Los hermanos Bell y Joseph Coleman lo sustituyeron por aire que, al no ser tóxico y aunque tiene el inconveniente de ser peor refrigerante que el amoniaco, lo autorizaron las autoridades navales; su empleo continuó hasta entrada la década de 1890 en que fue sustituido por CO₂.

- *El desarrollo de la Microbiología y la Tecnología de los Alimentos:* Anthony van Leeuwenhoek, comerciante holandés poco instruido, que nunca pisó, como estudiante, la Universidad, estaba dotado de una curiosidad insaciable por el mundo de los microorganismos; mundo que comenzaba a conocerse gracias a los descubrimientos que realizaba con los microscopios simples que él mismo construía. A pesar de no saber más lengua que

la holandesa, sus hallazgos empezaron a publicarse en inglés en las *Philosophical Transactions of the Royal Society* en 1677. Tres años después fue elegido miembro de tan prestigiosa sociedad y durante más de veinte continuó publicando sus observaciones en la revista oficial de dicha organización. Entre las más sobresalientes deben citarse, de manera especial, las que se refieren a espermatozoides, hematíes y circulación capilar y las que tratan de las principales clases de microorganismos monocelulares que hoy conocemos, a los que denominó, como sus coetáneos, "animálculos".

Mientras Leeuwenhoek se limitó a describir detalladamente sus descubrimientos, algunos científicos de su tiempo se preocupaban del origen de tales "animálculos". De hecho, durante la antigüedad y Medioevo dominaba la creencia de la generación espontánea o abiogénesis que sostenía que muchas plantas y animales se originaban espontáneamente bajo determinadas condiciones; las putrefacciones, fermentaciones, y la mayoría de las alteraciones de los alimentos no serían sino meros fenómenos de la abiogénesis.

Fue un médico italiano, Francesco Redi de Arezzo (1626-1697), el primero en combatir tan errónea creencia en el libro que publicó en 1675, titulado *Sulla generazione degli insetti*; en él indicaba que en la carne putrefacta protegida de los insectos no se producía ningún tipo de larva. Sus experiencias se continuaron con las de Pietro Paolo da Sangallo, otro italiano, que demostró que las mariposas nacían de huevos de otras mariposas de la misma especie, como le comunicó epistolarmente a Redi en una carta escrita en 1679. A las mismas conclusiones llegó también Malpighi, estudiando el origen de los insectos de las frutas.

Resulta curioso que los microscopios utilizados por Leeuwenhoek fuesen aprovechados por algunos científicos de la época, como el inglés Needham, para argumentar en favor de la generación espontánea, como públicamente hace en su libro publicado en 1745 que tituló *New microscopical discoveries*. Su argumento principal se basó en el siguiente experimento: colocó en un frasco cerrado una suspensión de carne en agua; lo rodeó de cenizas calientes para que el calor destruyese todos los microorganismos existentes en la suspensión y después de enfriado comprobó que se había desarrollado una población bacteriana abundante. Curioso resultado que, como más tarde debía demostrar Spallanzani, se debió a un calentamiento insuficiente que destruyó las bacterias termosensibles, pero no las esporas, ni las formas termorresistentes.

El gran naturalista francés, conde de Buffon, no sólo mantiene las afirmaciones de Needham, sino que explica la generación espontánea por el agrupamiento, bajo ciertas leyes, de moléculas orgánicas que serían partículas, siempre vivas, cuya reunión daría lugar a plantas y animales.

Fue necesario llegar a la segunda mitad del siglo XVIII para demostrar la falsedad de la generación espontánea, lo que corrió a cargo de Lazzaro Spallanzani, investigador italiano, que repitió y refutó (como más tarde haría Pasteur) los experimentos de Needham, cuyo fallo se debía, como ya hemos dicho, a que los matraces que contenían las infusiones alimenticias,

no se habían calentado a ebullición lo suficiente para esterilizarlas completamente; en consecuencia, al enfriarse, la carga bacteriana sobreviviente se multiplicaba y alteraba el alimento, cosa que también ocurría cuando éste, después de esterilizado, no se protegía de contaminaciones posteriores por pequeñas fisuras o fugas. Fue posiblemente este gran investigador el primero en estudiar el comportamiento de los "animáculos" frente a la luz, calor, frío, aire, desecación, etc; tanto que puede considerársele como el pionero de la Microbiología Alimenticia.

Con sus resultados que, como hemos visto, fueron totalmente opuestos a los de Needham, se recrudeció la polémica en torno a la generación espontánea en la que también participaron Schulze, Schwann, Schröder, Von Dush, Bastian, Tyndall y, sobre todo, como representantes genuinos de ambas posturas en las postrimerías de la polémica, los franceses Pouchet y Pasteur.

Aunque, como se señala más atrás, Gay Lussac atribuía el éxito de los experimentos de Appert a la exclusión del oxígeno del aire, Franz Schulze en 1836 demostró, sin lugar a dudas, que ninguno de ambos gases era responsable de la putrefacción. Para ello trató por el calor hasta ebullición una infusión vegetal y una vez enfriada a temperatura ambiente, le hizo llegar aire diariamente por un tubo de vidrio dotado de dilataciones esféricas llenas de ácido sulfúrico. En estas condiciones la infusión ni entraba en putrefacción, ni presentaba desarrollo microbiano. Por el contrario, otra infusión igual, tratada del mismo modo, pero a la que accedía aire por un tubo similar, aunque sin ácido sulfúrico, entraba en putrefacción en unas cinco semanas. Por lo tanto, el aire no era el causante de la multiplicación microbiana, ni el calentamiento destruía la capacidad de entrar en putrefacción de la infusión vegetal.

Theodor Schwann, coetáneo de Schulze estaba realizando en Berlín, en 1836, experimentos similares, si bien empleaba decocciones de carne en vez de infusiones vegetales; además, la esterilización del aire que llegaba al matraz que contenía la carne, la realizaba calentándolo a la llama de un mechero y no pasándolo por ácido sulfúrico. Una vez hervida la carne, se enfriaba a 18-20 °C y se mantenía así seis semanas sin que apreciase putrefacción alguna.

Para demostrar que el aire, aunque se calentase, continuaba permitiendo la vida, colocó varias ranas en una cubeta a la que sólo llegaba aire, previamente esterilizado por el calor; los animales se desenvolvían perfectamente. Estos experimentos demostraron que no era el aire el responsable de la putrefacción. Schwann sostenía en consecuencia, que en el aire había microorganismos que, de no destruirse, al llegar a la carne o a otra materia orgánica se desarrollaban a sus expensas y producían los signos característicos de la putrefacción; Schröder y von Dush llegaron a conclusiones semejantes mediante una experimentación parecida.

Schwann, que de acuerdo con Brock (1961), fue un hombre que iba muy por delante de los conocimientos de su tiempo, comprobó que la fermentación alcohólica se debía a un "hongo del azúcar". Charles Caniard-Latour, confirmó en Francia, los hallazgos de Schwann y describió algunas de las

características de la levadura de cerveza que siguen siendo válidas actualmente.

Aunque cada vez eran menos los científicos que creían en la generación espontánea, uno de sus más famosos y tardíos defensores fue el francés Pouchet quien, en 1859, publicó en París su libro *Heterogeneité ou Traité de la generation spontanée basé sur de nouvelles experiences*, en donde repetía muchos argumentos totalmente desacreditados; sin embargo, atrajeron la atención y el interés de sus lectores y reavivaron la vieja polémica de la abiogénesis en la que intervino Pasteur, participando frente a Pouchet en una especie de desafío organizado por el Jardín Botánico del Museo de Historia Natural de París en 1864.

La experiencia de Pouchet fue memorable, sobre todo porque aparentemente era perfecta. Sólo el juicio crítico y agudísimo de Pasteur puso en evidencia los errores técnicos en que incurría su rival.

La experiencia de Pouchet fue la siguiente: un frasco de agua destilada, hervida concienzudamente, se invertía sobre una cubeta de mercurio. Se hacía entrar en ella una atmósfera artificial compuesta de oxígeno y nitrógeno, obtenidos químicamente. A continuación se añadía a la cubeta materia orgánica muerta sometida a un intenso calor (heno tratado en estufa a 100 °C durante 20 minutos). El frasco se destapaba bajo el mercurio, a través del cual subía un poco de heno. Al poco tiempo y, a despecho de las precauciones tomadas para impedir el acceso de los posibles microorganismos, el agua mostraba una población bacteriana abundante.

Sin embargo, Pasteur vió claramente, gracias a la idea que tenía de la ubicación bacteriana en todos los medios, que la superficie del mercurio contenía microorganismos suficientes para contaminar el heno que de esta forma los transportaría y sembraría en el agua.

A continuación de la experiencia de Pouchet, Pasteur inició una serie memorable de experimentos destinados a demostrar palpable e incontrovertiblemente la generación biológica de las bacterias y, por ende, de los demás seres organizados.

Su primera experiencia consistió en filtrar aire a través de una torunda de algodón pólvora, cuyo color quedaba después de la filtración ligeramente oscurecido; disolviéndolo en alcohol y éter vió en la suspensión resultante corpúsculos pequeñísimos que indudablemente eran organismos inferiores.

La segunda se destinó a demostrar que si destruye la carga microbiana del aire y éste penetra en un matraz con una infusión alimenticia también estéril, la última no se descompone; para demostrarlo calentó al rojo un tubo por el que entraba aire en el matraz y como fuera criticado porque, según sus contradictores, el calor anulaba el poder vital del aire, sustituyó el tubo calentado por otro multicurvado en cuyas revueltas quedaban los esporos y microbios del aire.

En una tercera experiencia, Pasteur demostró que las infusiones de materia orgánica entran en putrefacción cuando llegan a ellas no sólo bacterias sino también esporas; utilizó para ello un matraz que contenía la infusión en cuyo cuello se había introducido una torunda de algodón contaminada con esporas bacterianas. Después de hervido el líquido y de

permanecer mucho tiempo sin alterarse, Pasteur inclinó el matraz para que el líquido contactase con la torunda de algodón; pasadas unas cuantas horas pudo comprobarse en la suspensión un gran desarrollo bacteriano.

Finalmente, en un cuarto experimento, terminó con las críticas de quienes afirmaban que era la ebullición la que únicamente privaba a la materia putrescible de su poder generativo. Pasteur tomó un líquido orgánico fácilmente putrescible, la sangre, que al extraerla asépticamente de la vena de un perro se conservó muchísimo tiempo estéril, es decir, sin manifestar señales de alteración.

Incluso después de pasar algunos años, cuando su polémica con Pouchet había cesado, tuvo Pasteur que salir a la lid para defender sus teorías, atacadas ahora por Bastian que afirmaba que si la orina se alcalinizaba antes de la ebullición, no se impedía la generación espontánea; el experimento de Bastian estaba bien planteado, lo que obligó a Pasteur a reconocer que se había producido una esterilización deficiente y que entre los microorganismos que crecían en los frascos de orina, preparados por Bastian, había formas resistentes no destruidas por la ebullición; de aquí que pensase en perfeccionar sus métodos, lo que alcanzó con resultados satisfactorios hirviendo los líquidos a 120 °C bajo presión, en el autoclave, y esterilizando los frascos con calor seco a 170 °C.

Pasteur, que aparte de hombre de laboratorio era una persona muy práctica, aplicó sus teorías a la tecnología diaria y así demostró que la fermentación alcohólica se debía a una levadura^(*), resolvió el misterio del avinagramiento de los vinos, el del agente productor de la pebrina, etc. Y fue precisamente al observar el avinagramiento de los vinos, que para él era una simple fermentación, cuando tuvo la idea de que quizá las enfermedades de los animales no fueran otra cosa que las de los vinos: una especie de fermentaciones producidas cada una por su agente específico, como cada una de las bebidas alcohólicas tenía su correspondiente microorganismo para fermentarla y, lanzado ya por este campo, halló al agente causante del carbunco bacteridiano (estudios en los que colaboró Davaine, profesor de la Escuela de Veterinaria de Alfort), atenuó varios cultivos y fue el creador, en una palabra, de la vacunación con microorganismos atenuados.

El físico inglés John Tyndall, gran admirador de Pasteur, trabajando con infusiones de carne y hortalizas frescas observó que su población microbiana se destruía fácilmente al tratarlas 5 minutos en un baño de salmuera a ebullición. No obstante, si las infusiones eran de heno seco, no se esterilizaban en estas condiciones y lo que era más llamativo, las infusiones del material fresco que se habían mantenido próximas al heno al tratarlas del mismo modo seguían presentando actividad microbiana. Después de múltiples experimentos concluyó que el heno contenía formas microbianas

(*) Liebig, que por entonces gozaba de un merecido prestigio en el campo de la química, fue terriblemente duro y escéptico con los experimentos de Pasteur a cuyas levaduras vínicas se refirió como "bichos que enferman al comer azúcar y presentan una diarrea de alcohol". Winton y Winton (1939).

mucho más termorresistentes que las de la carne y las hortalizas frescas: sostuvo además, que si éstas se dejaban estar en el laboratorio se contaminaban con el aire que, a su vez, lo hacía a partir del heno. Pensó que las bacterias tenían dos fases: una termolábil (la que se destruye en 5 minutos en salmuera hirviendo) y otra muy termorresistente (la que se encuentra en el heno); estos hallazgos fueron confirmados por Frederik Cohn, un botánico alemán interesado en la recién nacida Microbiología. Finalmente Tyndall empleó como método de esterilización un calentamiento discontinuo llamado posteriormente en su honor *tyndalización*, que permite la destrucción de todas las formas bacterianas de un cultivo: consistía en hervir un minuto la infusión a esterilizar, durante cinco veces consecutivas, intercalando entre ellas un breve período de enfriamiento. De esta forma se lograba la esterilización, cosa que no ocurría cuando la ebullición se aplicaba ininterrumpidamente durante una hora.

- *Otros progresos:* Entre 1867-69 Mège-Mouries intentó en Francia buscar un sustituto de la mantequilla. Creyendo que las vacas transportaban su grasa corporal al estómago o a la mama, en donde se convertía en la materia prima de la mantequilla, tomó sebo vacuno que picó finamente y adicionado de cuajar, debidamente triturado, lo suspendió en agua ligeramente alcalina mantenida a la temperatura corporal. Como consecuencia de la digestión parcial del tejido conjuntivo que sirve de soporte a los adipocitos, transcurridas algunas horas, se liberó grasa que flotaba en la superficie líquida por su menor densidad. Sin embargo, cuando se separó de la fracción líquida y se enfrió a temperatura ambiente, Mège-Mouries comprobó que era tan dura como el sebo. Para obtener la fracción líquida, colocó la grasa solidificada entre dos placas metálicas calientes y obtuvo una fracción que fundía a la misma temperatura que la mantequilla.

Las primeras preparaciones de margarina tenían un sabor poco agradable, por lo que sustituyó el cuajar triturado por tejido mamario y un poco de leche. De esta forma comprobó que el producto final se parecía más a la mantequilla. Más tarde se vería que la “digestión” artificial era innecesaria. En 1870 venció un concurso convocado por Napoleón III para encontrar un sustituto de la mantequilla del que se beneficiaron las tropas francesas que intervinieron en la Guerra Franco-prusiana. Al principio la margarina hubo de vencer muchos prejuicios, convirtiéndose en el alimento graso de quienes no podían comprar mantequilla debido a su precio.

A partir de 1890 su fabricación mejoró mucho al emplearse para la emulsificación primero leche descremada, más tarde leche descremada madurada y después cultivos iniciadores seleccionados. Otro avance importante fue el empleo de grasas hidrogenadas; más tarde se inició la fortificación con vitaminas A y D, la adición de emulsionantes y antioxidantes autorizados, etc. La margarina es un alimento, inventado por el hombre, *totalmente nuevo* y el mejor representante de lo que puede conseguirse tras largos años de paciente investigación.

Aunque en el siglo XVIII se consiguieron algunos avances dignos de mención, los métodos tradicionales de conservación de alimentos, como por ejemplo, la desecación de legumbres previa ebullición en agua salada

(Gaefér, 1780), la esterilización del vinagre (Dize, 1794) fue, como acabamos de señalar en la segunda mitad del siglo XIX y en la centuria presente cuando la tecnología de preparación y conservación de alimentos dió un salto verdaderamente gigantesco, es decir, durante el período en el que las ciencias, en general, han dejado sentir su impacto en todas las formas de la vida, incluida la social, como dice Bertrand Rusell (1954).

3. Desarrollo de la Inspección y Control Sanitario de los Alimentos

El hombre primitivo fue guiándose por el instinto en la búsqueda de sus alimentos, del mismo modo que los animales salvajes buscan, de acuerdo con sus necesidades orgánicas, la presa de carne, o el vegetal propicio para saciar sus necesidades; es de suponer que las posibilidades alimenticias que la naturaleza le ofrecía, según la situación geográfica y el clima en que le había tocado vivir, fueron, de alguna forma, creando los regímenes alimenticios humanos de las distintas regiones geográficas. Desde los tiempos más remotos, el hombre adquirió por amarga experiencia abundantes conocimientos sobre los alimentos y las condiciones que debían reunir para consumirse impunemente, aprendiendo a distinguir los inócuos de los "venenosos".

Durante el inmenso período de la Prehistoria, y en gran parte durante toda la antigüedad, el hombre tuvo bastante con procurarse la comida diaria y es de suponer que en muchas ocasiones ingeriría alimentos insalubres. Sin embargo, como hemos visto en los apartados anteriores, procuró a toda costa que los alimentos fuesen, si no apetecibles, por lo menos comestibles.

– *Civilizaciones primitivas y clásicas*: Es curioso que casi todos los libros de las antiguas religiones a la vez que regulan el comportamiento religioso, sirven en muchos aspectos de auténticas normas sanitarias, conteniendo múltiples recomendaciones higiénicas. Así el *Libro de Manú*, fundamento del comportamiento religioso de los brahmanes de la India, indica cómo debe realizarse la carnización de los animales y el faenado de su carne. A este respecto, la Biblia es un verdadero código de salud pública que, como ha escrito Gwilt (1987), comprende desde normas para controlar las enfermedades infecciosas hasta educación sanitaria. Por lo que concierne a los alimentos, tanto el Levítico como el Deuteronomio señalan como animales de abasto a bovinos, ovinos y caprinos, prohibiéndose como algo abominable el consumo de cerdos, aves de rapiña, pescados sin escamas y la carne de animales heridos o enfermos. En el Levítico, Moisés prohíbe expresamente al "pueblo santo" consumir carne de animales muertos aunque no duda en aconsejar su venta o donación a los extranjeros. También se prohíbe la ingestión de sangre y hasta se condena la obesidad como riesgo de las sociedades poderosas que lleva a la complacencia y a la apostasía.

Como hemos visto al hablar de los progresos de la tecnología de los alimentos, los antiguos no sólo se preocuparon de la carne, sino que dedicaron su atención a otros muchos alimentos. Hipócrates, Horacio y Ovidio hablan de intoxicaciones ocasionadas por la ingestión de hongos.

Hay documentos que nos enseñan que Eurípides perdió a su mujer, a su hija y a dos de sus hijos por el consumo de hongos venenosos. También se sabe que la alta sociedad romana consumía ostras y otros tipos de mariscos, por lo que no serían raras las que hoy llamamos toxi-infecciones alimentarias.

En tiempos de la República y del Imperio, hay ya en Roma casas matadero (*macellá*) y se dictan leyes para carnizar y elaborar productos cárnicos. La abundante literatura de la época se refiere con frecuencia a ello (Catón, Columela, Marcial, Petronio, etc.).

Para Sanz Egaña (1925, 1929), la inspección de carnes se originó en Roma, siendo los *curatores carni* los encargados del reconocimiento cárnico y de dictaminar sobre su comestibilidad, que en caso negativo determinaba su condena y era arrojada al Tiber. Como sostiene dicho autor, aunque se carecen de datos acerca del comercio cárnico en la España romana, es de suponer que se regiría por las mismas normas que la metrópoli.

– *Edad Media y Renacimiento*: El Corán, grandemente influenciado por el pensamiento judaico, prohíbe también el consumo de los animales muertos de muerte natural, de la sangre y de la carne de cerdo. Actualmente, tanto los judíos ortodoxos como los musulmanes creyentes, obedecen ciegamente las instrucciones de los ritos hebráico y musulmán que imponen reglas y normas de matanza.

No existen demasiados datos escritos sobre la inspección y control sanitario de mercados y carnicerías durante la Edad Media que, indudablemente en muchos aspectos, seguían la tradición romana.

Los mejores documentos acerca del abastecimiento y consumo cárnico en la Edad Media son las diferentes crónicas y fueros municipales (León 1020; Cuenca, 1189; Madrid, 1202; Salamanca, 1267; Ledesma, 1491, etc.). Rose, refiriéndose a los datos recogidos en las crónicas de algunas ciudades británicas, cita como curioso que en una de ellas, se ordenaba que los cerdos que fueran a sacrificarse se reuniesen en uno de los patios de un monasterio local en donde los monjes procederían a examinarles la lengua. Con toda probabilidad, como sostiene con un humor muy británico el investigador citado, los monjes debían haber leído una de las obras de Aristófanes en la que un esclavo dice: “introduzcamos un palo en su boca como hacen los cocineros y tirando de su lengua podremos examinarla completamente y a nuestra comodidad para ver si padece erupciones”. Según Dewberry (1959), en 1319 se decomisaron en Londres dos canales vacunas por “pútridas y venenosas” condenándose al carnicero por vender “canales de animales que habían muerto de enfermedad”. Además se le obligó a presenciar la cremación de las dos canales en primera fila y ante las mofas e insultos del público asistente. En el siglo XIII Córdoba contaba con dos carnicerías pero hasta 1491 no dispuso de matadero. Madrid y las grandes urbes poseían también carnicerías (cerca por lo general de los mercados) en donde sacrificaban animales. La mayor preocupación de los Fueros y Ordenanzas por lo que concierne a la carne era la de establecer un peso y precio justos y el exigir una carne sana y comestible.

En el siglo XIV se consumían en España las mismas carnes que actualmente (óvidos, cápridos, bóvidos y súidos), sin embargo la legislación

de entonces se preocupaba mucho del suministro y comercio de las carnes de óvidos y cápridos, bastante menos de la de bóvidos y prácticamente nada de los cerdos, cuyo sacrificio quedaba reducido a la matanza domiciliaria y rara vez tenía lugar en las carnicerías urbanas. No obstante, ya a finales del siglo XV las ordenanzas de las grandes ciudades mandan que se construyan mataderos en las afueras de la ciudad para que como dice Lucas de Iranzo "las carnicerías estuviesen gentiles y limpias".

Con la llegada del Renacimiento el pensamiento es mucho más objetivo. El hombre comprende la insuficiencia del instinto y misticismo amalgamados para desenvolverse en la vida. Florece el comercio cuyo intercambio entre las diferentes naciones va en aumento, siguiéndole el intercambio de ideas, técnicas y formas de pensar. Es una época llena de vitalidad, dominada por un espíritu aventurero que lleva a la creación de magníficas obras de arte, a los grandes descubrimientos y a la "búsqueda de la verdad". La curiosidad insatisfecha de los hombres del Renacimiento les lleva a investigar las estructuras y funciones de los organismos, cuyo fruto es la publicación de tratados no sólo de la estructura y funciones del cuerpo, sino de los signos de sus alteraciones o enfermedades.

Como ha sido señalado, en el siglo XVII la calidad de los alimentos del comercio mejora muy poco (si es que realmente lo hace). La carne de los mercados ofrecida a la venta como fresca, especialmente en los meses más cálidos, dejaba bastante que desear a pesar de los esfuerzos de ciertas agencias municipales que no sólo inspeccionaban, sino que decomisaban los alimentos cuando era muy manifiesta su alteración, llegando incluso a sancionar a los infractores no sólo con multas, sino con corte de pelo y hasta punición personal.

Las rutas marinas a Oriente, abiertas por los portugueses, y el comercio con América de los españoles, puso a disposición de los europeos, además de las especias orientales clásicas, toda la gran variedad de pimientos del Nuevo Mundo y la pimienta de Jamaica que frecuentemente se empleaban para enmascarar el olor y sabor de la carne putrefacta. No obstante, seguían siendo caras por lo que con frecuencia hasta ellas eran adulteradas y en consecuencia también las autoridades municipales hubieron de perseguir los fraudes que con las especias se cometían.

De las ordenanzas de Sevilla de 1526 se deduce no sólo que esta ciudad ya poseía matadero en aquella época, sino que había normas de estricto cumplimiento sobre la mayoría de los alimentos objeto de comercio. En 1601 se publican las Ordenanzas del Matadero de la ciudad de Sevilla, verdadero reglamento que regula cuanto se relaciona con estos establecimientos. También Málaga debió contar muy pronto con matadero puesto que ya en 1498, sólo once años después de conquistada, los Reyes Católicos en una Cédula Real ordenan su traslado. En las demás del reino ocurría como en las ciudades andaluzas citadas. Sin embargo, de las Ordenanzas de Avila, 1485, parece deducirse que coexistían como lugares de matanza, mataderos y carnicerías. En los primeros se verificaría el sacrificio diario normal de animales adultos y en las segundas de los "recentales" (recién nacidos) y en algunos días de la semana, de un número limitado de animales

adultos (generalmente 2-3) para hacer frente momentáneamente a un abastecimiento insuficiente de carne.

– *Adulteración alimentaria. Siglos XVII y siguientes:* Fennema (1985), al referirse a la influencia que los descubrimientos de la química de los siglos XVII y XVIII han ejercido en la adulteración de los alimentos, señala que la necesidad de detectar sus impurezas ha sido el principal estímulo para el desarrollo de la química analítica, en general, y de la de los alimentos en particular. Desgraciadamente hasta el desarrollo analítico contribuyó indirectamente a la adulteración alimentaria, puesto que los trabajos que se publicaban para dar cuenta de la aplicación de nuevas metodologías a la detección de los alimentos adulterados, con frecuencia incluían también sus formulaciones, de las que se aprovechaban, con fines fraudulentos, los fabricantes, almacenistas y abastecedores desaprensivos.

De hecho, hasta el siglo XVIII las prácticas fraudulentas se limitaban a la sustracción de parte del peso o del volumen del alimento comprado, a la incorporación a los alimentos de materias inertes para aumentar su peso y su volumen, a la venta de carne de animales muertos de enfermedades esporádicas o infecciosas y a la de alimentos descompuestos, cuyos sabores y olores repugnantes se enmascaraban, como en la Edad Media, con la adición de las yerbas aromáticas y especias más diversas.

Podría afirmarse que en el siglo XVIII la adulteración alimentaria es peor todavía que en el precedente; pero la sociedad en general es más consciente de ello y frecuentemente reclama sus derechos y, al menos, denuncia los fraudes; tal ocurre, entre otros, con el libro de Manning: *The nature of bread, honestly and dishonestly made*, publicado en 1755.

La historia de la adulteración de los alimentos en los países más desarrollados del mundo podría dividirse en tres fases distintas: a) Desde los tiempos antiguos hasta 1800, aproximadamente, la adulteración de los alimentos no constituyó un problema serio y no se necesitaban técnicas muy elaboradas para su detección. La explicación más obvia de esta situación es que los alimentos se adquirían en industrias pequeñas o individuales y las transacciones implicaban un alto grado de responsabilidad personal. b) La segunda fase comienza hacia 1800, momento en el que la adulteración de los alimentos aumenta mucho, tanto en frecuencia como en intensidad. Tal aumento puede atribuirse principalmente a la creciente centralización del procesado y distribución de los alimentos, con la consiguiente disminución de la responsabilidad personal y también al desarrollo de la química moderna, según hemos visto. c) La tercera, mucho más evasiva y enrevesada, la sitúan algunos en los años 1920-1930.

Los avances científicos de fines de siglo XVIII y comienzos del XIX fueron aprovechados, como queda dicho, por vendedores poco o nada escrupulosos para su propio beneficio, por lo que ha podido escribirse que en estos años se alcanza el clímax de la adulteración alimentaria. Frente a este estado de cosas se levantan voces prestigiosas que alcanzan gran resonancia. Tal ocurre, entre otros, con Frederick Accum, judío alemán, cuyo padre al convertirse al cristianismo cambió su apellido, Marcus, por el de Accum. Después de trabajar como mancebo de farmacia se trasladó a

Londres donde adquirió fama y respeto. Fue una persona con múltiples intereses científicos: A él se debió la iluminación de Londres con gas del alumbrado, la difusión en Gran Bretaña del cultivo de la remolacha azucarera y la publicación de varios libros sobre alimentos como *Fabricación de Pan*, *Química culinaria* y *Fabricación de la cerveza*. Sin embargo, su obra más popular fue, sin ningún género de dudas, su *Treatise on the adulterations of food and culinary poisons*, publicado en Londres en 1820.

El éxito de este libro —4 ediciones en dos años— se debió a que, además de denunciar los fraudes, como otros libros que le precedieron, tales denuncias se sustentaban en los propios análisis del autor y, sobre todo, a que incluía los nombres, apellidos y dirección de los defraudadores.

Los denunciados por Accum iniciaron contra él una dura campaña de descrédito y venganza que se vió favorecida por su propio comportamiento. En la biblioteca de la *Royal Institution* se descubrió que alguien se había acostumbrado a arrancar hojas de los libros y sospechando de Accum se procedió, con la correspondiente autorización judicial, al registro de su domicilio en donde se encontraron algunas de las páginas. En consecuencia fue procesado y encontrado culpable por lo que arrojaron los ataques de sus enemigos. Avergonzado y desilusionado retornó a su Alemania natal en donde murió pobre y solo. Sin embargo, la semilla estaba ya sembrada y daría su fruto.

Cuando los consumidores comprendieron la gravedad de la adulteración alimentaria, ante sus protestas, aumentaron progresivamente las medidas para impedirla: consistieron en una nueva legislación que endureció las medidas frente a la adulteración y el desarrollo de un gran esfuerzo de los científicos para establecer las propiedades inherentes de los alimentos, las sustancias químicas empleadas corrientemente como adulterantes y las maneras de detectarlas. De ahí que, durante el período de 1820-1850, la química general y la de los alimentos, en particular, alcanzaran gran importancia en Europa. Ello fue posible gracias al trabajo de los científicos antes citados, al estímulo que supuso el establecimiento, en diversas universidades, de laboratorios químicos de investigación para los jóvenes estudiosos y a la fundación de nuevas revistas interesadas en la investigación e higiene alimentarias. Desde entonces, los avances en química de los alimentos han continuado a ritmo acelerado y algunos de tales avances han permitido poner de manifiesto no sólo las sustancias extrañas a los alimentos, sino también algunos de sus componentes naturales perjudiciales y determinadas sustancias tóxicas formadas durante ciertos procesos tecnológicos.

En Londres, en 1848, ante las frecuentes reclamaciones de los ciudadanos, la revista *The Lancet* anunció la creación de una comisión analítica y sanitaria para informar sobre la calidad de todos los alimentos sólidos y líquidos. De ella formaba parte un científico bien conocido, el Dr. Arthur Hill Hassall, cuyo bien hacer fue una de las causas determinantes de la aprobación por el parlamento británico del Acta de Alimentos y Medicamentos de 1860. El análisis microscópico de los alimentos alcanzó una importante posición en Inglaterra desde mediados del siglo XIX gracias a

los esfuerzos de Hassall. Con sus colaboradores diseñó una amplia serie de diagramas que ilustraron el aspecto al microscopio de los alimentos puros y adulterados.

Por lo que se refiere a la matanza de cerdos y para darse idea de la higiene imperante en los centros urbanos, creo suficiente recordar que incluso en ciudades como Barcelona y Madrid dichos animales se sacrificaban en plena calle, frente a la casa del propietario.

La leche que se vendía en las ciudades era de pésima calidad; de acuerdo con Hassall era difícil encontrar en Londres una muestra que al observarla al microscopio no presentase células purulentas o sanguíneas. Como en otras ciudades europeas, París, Madrid, Milán, etc., era costumbre albergar las vacas recién paridas en establos anejos al despacho de venta de leche, en donde permanecían, hasta el momento de llevarlas al matadero, en unas pésimas condiciones higiénicas: apretadas, sin ventilación, sucias y sometidas a toda clase de contagios. Sólo así se explica la gran mortandad de estos animales, muy superior a la de los explotados en régimen abierto, durante la epizootia de peste bovina que se extendió por Europa en la década de 1860. Los conocimientos bacteriológicos derivados de los estudios de Pasteur, Koch, Davaine, etc., etc., apenas ejercieron influencia alguna en la manipulación de la leche hasta finales de siglo; aunque Pasteur había demostrado que los microorganismos responsables de fermentaciones y putrefacciones se destruían al calentar a 70 °C durante 20 minutos los líquidos que los contenían, no se aprovechó esta propiedad industrialmente hasta 1890, buscando más la destrucción de los microorganismos alterantes que la higienización de la leche. Tuvieron que pasar otros seis años para comprender el valor de la pasteurización en el saneamiento de la leche.

Como hemos visto en esta síntesis histórica, ya desde los tiempos de las grandes civilizaciones antiguas, existe una gran preocupación por los fraudes y por la frescura de los alimentos y su inspección, lo mismo que la represión de fraudes que se inicia generalmente con la carne, debido a la facilidad de su alteración fue, poco a poco, extendiéndose a otros alimentos. Desgraciadamente, tal inspección, como es lógico suponer, era totalmente empírica, caprichosa, acientífica y muchas veces no exenta de supersticiones. Hasta el cuarto lustro de la centuria pasada eran los "veedores", es decir, personas sin conocimientos científicos, quienes se encargaban de la inspección de los alimentos.

A medida que se profundiza en el conocimiento de las patologías humana y animal, se llega poco a poco a la conclusión de que ciertas enfermedades podrían transmitirse de los animales al hombre por el consumo de carnes enfermas. La Parasitología primero, y la Bacteriología después, desempeñaron un papel de primera magnitud a este respecto.

Los veterinarios figuraron muy pronto entre quienes cultivaban estas ciencias y así, hacia 1790, Abilgaard, veterinario danés, comprobó que las fasciolas requerían más de un hospedador para completar su ciclo biológico y Simonds, del *Royal Veterinary College* de Londres confirmó en 1852 estos hallazgos, demostrando además que los huevos de *Fasciola* hepática cuando se administran *per os* a la oveja no originan la enfermedad. Estos y otros

descubrimientos similares sirvieron para unir más la medicina humana con la animal. El descubrimiento de Jenner en 1796 de la vacunación antivariolosa con material pustuloso de la viruela bovina es una prueba de la unidad de ambas medicinas.

Desde 1823 y gracias a los trabajos de Barthélémy, profesor de la Escuela de Veterinaria de Alfort, se sabía que la fiebre carbucosa era una enfermedad de los ruminantes, sin embargo, aunque otro veterinario, Davaine, había descrito los caracteres del *Bacillus anthracis*, fue un médico, Koch, quien demostró, sin lugar a dudas, que era el agente etiológico de la enfermedad. Casi al mismo tiempo Brauell, profesor veterinario de Dorpat (hoy Tartu), aisló el bacilo de una pústula maligna de un empleado de un crematorio animal y demostró la transmisión de la enfermedad del hombre a las ovejas y de unos caballos a otros.

Como consecuencia de los descubrimientos de Pasteur, a quien el *Royal Veterinary College* de Londres honró en 1891 nombrándole Socio de Honor, muchos médicos y veterinarios unieron sus esfuerzos en su lucha frente a zoonosis y epizootias y en pro de la Higiene; sirvan de ejemplo Loeffler y Frosch (descubridores del primer virus animal), Nocard y Roux (del agente etiológico de la pleuroneumonía), Ellerman y Bang (del virus de la leucosis aviar), Salmon y Smith (iniciadores de los estudios inmunológicos experimentales), Calmette y Guerin (que desarrollaron su vacuna antituberculosa) y tantos otros que podrían alargar demasiado esta lista.

Si bien los quistes de *Trichinella spiralis* se habían observado ya en 1830 (Tiedman, Peacock, Hilton, etc.) fue Herst quien, veinte años más tarde, demostró la transmisión de la triquinelosis del tejón al perro y viceversa; casi a la vez Virchow produjo la enfermedad en los perros alimentándolos con carne triquinelósica. Todos estos estudios culminaron en 1860, cuando Zenker describió la sintomatología de la enfermedad en el hombre y confirmó su contagio por consumo de carne de cerdo parasitada.

De esta misma época datan los conocimientos de las llamadas entonces "ptomainas" de los alimentos descompuestos, a las que se responsabilizaba de "envenenamientos" alimentarios. Panum comprobó en Kiel, en 1856, que se trataba de sustancias químicas y termoestables que no eran, en absoluto, responsables de las intoxicaciones alimentarias. En 1883, Landenburg sintetizó la más importante de estas sustancias, la cadaverina, cuya toxicidad para el hombre, como se demostró más tarde, requería dosis mucho mayores que las que se podría ingerir con los alimentos en condiciones corrientes. De otra parte, como escribe Dewberry, cuando estos productos se originan en los alimentos, su descomposición está tan avanzada que son repugnantes a todos los sentidos, por lo que, consecuentemente, no se ingieren. Hasta 1884 no se estableció el papel de los alimentos en las toxi-infecciones alimentarias, lo que se debió a Bollinger, veterinario alemán, que comprobó las consecuencias nefastas de la ingestión de la carne de una vaca afectada de salmonelosis.

El mejor conocimiento de la patología general, los adelantos en histopatología, el descubrimiento de bacterias y parásitos, el papel desempeñado por algunos veterinarios, tanto clínicos como microbiólogos y la comproba-

ción de la existencia de enfermedades zoonóticas, transmisibles con los productos de animales enfermos, determinó que en los principales países europeos se contase con estos profesionales como parte fundamental de control e inspección de alimentos.

Según Sanz Egaña, el Ayuntamiento de Madrid acordó en 1834, nombrar a dos veterinarios "para reconocer las carnes del matadero". Hay documentos escritos que indican que en 1840 tres veterinarios, los Sres. Santos, Caballero y Huertas, estaban encargados en Madrid de reconocer tanto el ganado que se sacrificaba, como la carne destinada al consumo público. Madrid ha sido cronológicamente, de acuerdo con el autor citado, el primer municipio del mundo que ha creado un servicio de inspección veterinaria de los alimentos.

Los brotes de triquinosis humana de Alemania, entre 1863 y 1865, que ocasionaron 149 muertes y la demostración por parte de Kuchenmeister en 1855 de que la forma larvaria o quística de la *Taenia solium* se encontraba en la musculatura del cerdo fueron, según Respaldiza Ugarte, las causas determinantes del establecimiento en aquel país de un servicio veterinario de inspección de alimentos.

En España una R. O. de 1859 obligaba a los municipios de más de 2.000 habitantes a nombrar un veterinario encargado de la inspección sanitaria de alimentos. Sanz Egaña escribe con toda razón que: "La inspección se ha hecho extensiva también a los pescados, aves, leche, etc., desde que ... (se) ha demostrado que estos alimentos pueden ser vectores de gérmenes peligrosos para la salud del hombre, que en buena administración deben evitarse" (*sic*).

Veterinarios como Robert von Ostertag, contribuyeron mucho a sentar las bases en las que se iba a edificar la Higiene e Inspección de los Alimentos. Su libro *Handbuch der Fleischbeschau für Tierärzte Ärzte und Richter* fue durante bastantes años el libro fundamental de la higiene de la carne en Europa, como en España lo fue el de otro veterinario, Juan Morcillo y Olalla, quien en 1858 publicó su "Guía de los Inspectores de carnes y pescados". La primera edición apareció en Játiva (Valencia) y pronto se reeditó en años sucesivos ampliándose sus contenidos y horizontes. A pesar de que no lo indique el título también se contempla en esta obra la inspección de la leche y productos lácteos, la de los huevos y la de las frutas. La claridad de su escritura y el orden que predomina en toda la obra justifican sus numerosas ediciones. En la de 1883 hace hincapié en que "... el veterinario moderno tiene bajo su cuidado todos los animales útiles al hombre y no exclusivamente para curar sus dolencias, sino para mejorar y multiplicar sus razas haciéndolas más productivas para que puedan satisfacer las necesidades siempre crecientes de la humanidad. Para conseguir tan importante objeto, además de dar una grandísima extensión a la Anatomía, Fisiología, etc., se le ha dado también a la Higiene y Policía Sanitaria, a las que se ha unido la Zootecnia y las ciencias auxiliares como la Historia Natural, la Física, la Química y otras" (*sic*).

Pronto aparecen en Europa revistas dedicadas a la higiene, como *Zeitschrift für Fleisch - und Milchhygiene* que se publicó por primera vez

en 1889, *Journal of Meat and Milk Hygiene* que vió la luz en Londres en 1911, etc.

En los EEUU una resolución de la *American Veterinary Medical Association* urgía a que "... la atención de los comités sanitarios de todo el país se dirigiese ... a la necesidad de una rígida y competente inspección de lecherías y mataderos". En 1909, Ward, veterinario reconocido públicamente como uno de los mejores especialistas en Lactología, publicó su libro *Pure Milk and Public Health* que en nuestro país había sido precedido en 1908 de la obra de Morros García, catedrático de la Escuela de Veterinaria de León, titulada "*Manual Práctico de inspección y reconocimiento de las substancias alimenticias*".

Otra revista que merece la pena citarse, aunque sea relativamente moderna, por la gran influencia que ha ejercido en todo el mundo, es el *Journal of Milk and Food Technology* que apareció en 1937 bajo la dirección del Dr. Hardenburg, otro famoso lactólogo veterinario.

Los orígenes exactos de los distintos saberes englobados en Bromatología son difíciles de establecer lo que no es de sorprender puesto que, como hemos visto, esta ciencia no alcanza su completa identidad hasta comienzos del siglo actual; de hecho la breve incursión histórica expuesta nos ha permitido constatar la influencia que el desarrollo de la Agricultura, la Química, la Fisiología y otras ciencias han tenido en el nacimiento de la moderna Bromatología. Aunque su origen se remonta, en cierto sentido, a la más remota antigüedad, sus descubrimientos más significativos se inician en los últimos cinco lustros del siglo XVIII.

Al mismo tiempo que las autoridades promulgaban leyes que convirtieron en ilegales las prácticas fraudulentas, se iban creando en distintos países centros de análisis y de control de alimentos en departamentos universitarios, estaciones agrícolas experimentales, sociedades para el progreso de las ciencias, laboratorios municipales, etc. Algunos de estos centros se convertirían, con el tiempo, en el germen de las futuras escuelas, facultades o departamentos de Bromatología y Tecnología de los Alimentos.

1. Nacimiento de las Ciencias Bromatológicas en los EEUU

En 1862 en EEUU tuvieron lugar dos hechos de enorme importancia para el desarrollo de la industria alimentaria, la creación del Departamento de Agricultura, cuyo primer director fue Isaac Newton y la aprobación, a propuesta de Smith Morrill, del *Land-Grant College Act* que permitiría la fundación de las famosas Escuelas de Agricultura estadounidenses. Veinticinco años más tarde, el Comité de la Casa Blanca para la Agricultura, que presidía W.H. Hath, propuso la creación de las Estaciones Agrícolas Experimentales, que se extendieron por toda la nación y que tanta importancia han tenido en la investigación alimentaria de los EEUU. Mientras tanto ya se había fundado en 1860, en Alemania, la primera estación agrícola experimental en Weede, que estaba subvencionada con fondos públicos.

El profesor Emil M. Mrak, Canciller emérito del *Davis College* de la Universidad de California, fallecido de un ataque cardiaco el pasado abril de 1987, presentó una excelente ponencia en el simposio sobre "Enseñanza de la Bromatología" que tuvo lugar durante los días 21 y 22 de septiembre de 1970 en la *Middlesex Hospital Medical School* de Londres. Muchos de los datos que se exponen a continuación proceden de su ponencia que tituló *Education in Food Science and Technology in the United States*.

Señalaba el Prof. Mrak que tan pronto como comenzó a desarrollarse en EEUU la industria alimentaria, surgieron una serie de problemas cuya solución exigió la intervención de científicos diversos; los primeros que lo hicieron fueron especialistas en salud pública y microbiólogos. Entre ellos destacó Samuel Prescott, decano del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) que fue quien inició la enseñanza de Tecnología de los alimentos en dicho Instituto y consecuentemente en EEUU. Sus primeras investigaciones bromatológicas las realizó en 1935, a petición de una famosa empresa conservera (Underwood, Inc.), que solicitó su intervención para establecer la causa de una frecuente alteración del jamón cocido que se debía, como demostró elegantemente, a la acción microbiana.

En los primeros años de nuestro siglo fue corriente el empleo de bastantes productos químicos en los alimentos sin prestar demasiada atención a sus efectos en la salud; las protestas de algunos políticos y del público en general obligaron a prestar gran interés a la protección del consumidor frente al empleo indiscriminado de estos y otros productos extraños al alimento. El Dr. Harvey Washington Wiley, profesor de química de la Universidad de Purdue y más tarde director de la sección de química agrícola del Departamento de Agricultura de los EEUU, comenzó a preocuparse por estos problemas y por la promulgación de normas legales para proteger a los consumidores; todo ello dió lugar a la aprobación de la *Pure Food and Drug Act* de 1906. La industria elaboradora de alimentos respondió, en general, bien a estos aspectos, sirva de prueba la fundación de la *National Canners Assotiation* y la dotación de sus laboratorios con personal e instrumental suficientes.

Por estas mismas fechas tuvo lugar en los EEUU una masiva emigración del mundo rural al urbano lo que se reflejó en un mayor crecimiento de la industria alimentaria: se necesitaban más alimentos conservados, lo que dió lugar a la creación de nuevas industrias y también a que fueran más numerosos los problemas que iban desde el simple deterioro de los alimentos a la aparición más frecuente de brotes de toxiinfecciones alimentarias que, por otra parte, afectaban a mayor número de personas. Entonces no se disponía de bromatólogos o tecnólogos de los alimentos especialmente entrenados, por lo que químicos, especialistas en salud pública, microbiólogos e ingenieros procuraban resolver lo mejor posible estos problemas. No había pues bromatólogos *sensu strictu*, pero se dejaba sentir su necesidad. A medida que pasan los años y las estaciones agrícolas experimentales de las Escuelas de Agricultura desarrollan más actividad, se siente la necesidad de conservar y procesar las nuevas variedades de frutas y hortalizas consecui-

das por los investigadores de estos centros. Pero la pregunta era ¿quién y cómo hacerlo?

Mientras, en Europa, la industria cervecera estudiaba determinados aspectos científicos implicados en su elaboración, tan pronto o quizá antes que ninguna otra industria alimentaria. En EEUU se tardó mucho tiempo en impartir estos saberes. Ello contrasta con la enología y zimología, en general, a las que la Universidad de California (Davis) venía prestando mucha atención desde comienzos de 1900 y cuyos programas de enseñanza e investigación figuran entre los más avanzados del mundo. La implantación de estas enseñanzas debe mucho al Prof. Cruess quien a principios del siglo explicaba Química en la Universidad de California: pronto comenzó a interesarse por la Enología y aplicó sus conocimientos a mejorar la producción vinícola de dicho estado, dictando, además, cursos de enología práctica. Esto terminó, sin embargo, al promulgarse la "ley seca" estadounidense. Lejos de desesperarse, Cruess, volcó todas sus energías en la realización de cursos de conservación química y microbiológica de los alimentos, procurando a la vez resolver los problemas que les surgían a las industrias californianas de enlatado y de deshidratación. Como irónicamente indicó Mrak (1970) "podría decirse que la ley seca fue la responsable del nacimiento en California de la enseñanza e investigación en Tecnología de los Alimentos". El Prof. Cruess dedicó gran parte de sus esfuerzos al mejor aprovechamiento de la fruta californiana, cuya oferta era muy superior a la demanda, fue así como se desarrollaron nuevos productos, como néctares, jugos de ciruela, frutas deshidratadas, macedonia de frutas, etc. De ahí que su departamento se conociese como "Departamento de Productos Frutícolas" y más tarde como "Departamento de Tecnología de los Alimentos". Con el paso del tiempo se convertiría en la "Escuela de Ciencia y Tecnología de los Alimentos".

Mientras tanto, en la universidad de Oregón, el profesor de horticultura, Dr. Weigand, que estaba encargado de los servicios de extensión agraria, hubo de enfrentarse con los problemas ocasionados por la conservación de la producción excesiva de cerezas de la variedad marrasquino y de la congelación de fresas, frambuesas, grosellas y frutas similares. De estas actividades derivó la enseñanza e investigación alimentaria que se agrupó en el Departamento de Tecnología de los Alimentos. Resulta curioso que en los EEUU los departamentos y la enseñanza de la Lactología precedieran a los de Tecnología de los Alimentos; de otro lado, los docentes e investigadores de Lactología, por lo menos al principio, no manifestaron ningún interés por expandir sus *curricula* incluyendo tecnologías de otras materias. Esto obligó a muchas escuelas de Agricultura a crear departamentos de Ciencia y Tecnología de los Alimentos independientes de los de Lactología.

Los Departamentos recién creados se formaron con los de enología, horticultura, producción animal, química agrícola, ingeniería agronómica e incluso avicultura.

Los iniciadores de la Bromatología eran personas que carecían de una visión de conjunto que abarcase todo el campo de los alimentos puesto que

su formación y experiencia se limitaba casi exclusivamente a una de las ciencias básicas como Química, Microbiología, Bioquímica, Salud Pública, Agronomía, etc. Eran conscientes de que existía un problema, de que había una necesidad; su celo, energía e imaginación les permitió desarrollar una nueva área de conocimiento y a medida que fueron creciendo los departamentos de Tecnología de los Alimentos reflejaron en sus programas los intereses de la industria, de la administración, de los consumidores y de la universidad. El crecimiento de las enseñanzas de este área de conocimiento fue verdaderamente espectacular. Mientras tanto, la vitalidad de los departamentos de Lactología disminuyó mucho al cambiar las industrias lactológicas, cuyo número decreció enormemente mientras que las que permanecieron pasaron de un tamaño artesanal al auténticamente industrial, con la consiguiente diversificación de su producción y de las materias primas utilizadas; se convirtieron así en plantas de procesado de alimentos en general y no exclusivamente lactológicas. En consecuencia sus necesidades de graduados superiores las cubrían mejor los nuevos departamentos de Tecnología de los Alimentos que los de Lactología. De los primeros departamentos, formados por personas que sólo tenían una visión parcial de los alimentos y sus industrias a los actuales que cuentan con especialistas formados en ciencias básicas, en disciplinas bromatológicas específicas, en operaciones unitarias, etc., hay un abismo; son notables los cambios ocurridos y los que aún acaecen día a día.

Las Guerras Mundiales tuvieron mucho que ver con este desarrollo, al poner de manifiesto la necesidad de tecnólogos de alimentos. Por ejemplo, al ejército de los EEUU le fue bastante difícil encontrar personal científico experimentado para cubrir sus vacantes en los laboratorios de investigación de intendencia militar. De otra parte, merece la pena citar el destacado papel que estos laboratorios militares desempeñaron y siguen desempeñando todavía en varios aspectos de la Tecnología de los Alimentos (enlatado, deshidratación, liofilización, envasado, etc.).

Al analizar las necesidades de las industrias elaboradoras de alimentos se ve que demandan de la universidad dos tipos de titulados: a) los que habrán de entregarse a la investigación, intentando desarrollar productos nuevos o mejores, buscando métodos o sistemas de fabricación mejorados o proporcionando abundante información fundamental y b) los que se entregarán a la producción, control y mantenimiento de la planta.

Para cubrir ambas necesidades la universidad de California y algunas más en los EEUU, ha reunido las distintas disciplinas bromatológicas, no en departamentos, sino en grandes áreas de conocimientos básicos. Evidentemente en tales áreas hay un cierto solapamiento en los campos que cubren dos o más departamentos, pero tal solapamiento se ha traducido en una mejor enseñanza y en una más cordial y sincera colaboración interdisciplinaria.

Por ejemplo, aunque como es lógico al departamento de Microbiología pertenece la totalidad del profesorado que dicta algún aspecto de esta ciencia, también en el de Tecnología de los Alimentos hay microbiólogos y

lo que es más importante, tanto en uno como en otro se llevan a cabo tesis de *Master* o de *Ph. D.* en Microbiología en unos casos y en Tecnología de los Alimentos en otros, sin que para nada se tenga en cuenta el departamento en que se realizó el trabajo. Por ello, se ha dado el caso de que alguien que había cursado el *Bachelor* en Tecnología, al realizar su *Master* o doctorado en Microbiología de los alimentos derivó hacia esta ciencia para terminar enseñando Microbiología general.

Si bien hay algunas variaciones mínimas en el contenido curricular de Bromatología que ofrecen las universidades de EEUU, en el MIT y en las universidades de Illinois y California (Davis) se exigen los mínimos señalados por el *Institute of Food Technologists* para optar al *Bachelor*.

Mrak finaliza su ponencia señalando su entusiasmo al contemplar que en EEUU la Bromatología constituye un área de conocimientos aceptada y respetada no sólo por la industria y la administración, sino también por la comunidad universitaria; además, añade, es muy necesaria pues se trata de una disciplina singular, rápidamente cambiante y, en consecuencia, sus programas deben ser flexibles y versátiles, modificándose a medida que lo exijan los tiempos venideros, lo que no resultará muy fácil.

2. Las ciencias bromatológicas en Europa

La enseñanza de Ciencia y Tecnología de los Alimentos varía bastante de unos países a otros, lo que hace difícil las comparaciones entre ellos; no obstante, en los países occidentales, la enseñanza se basa, de acuerdo con Egli (1970), en las disciplinas básicas de las Ciencias Químicas, Naturales y Veterinarias, mientras que en la Europa del Este se orienta más al conocimiento de las disciplinas tecnológicas, de las materias primas, de la higiene y de la calidad alimentaria.

En la conferencia europea celebrada en Perugia (Italia), Cantarelli (1969) presentó un estudio bastante completo de los diversos planes de estudio relacionados con Bromatología que se dictan en diversas universidades europeas (Viena, Bruselas, Massy, Helsinki, Milán y Wageningen), comparándolos con los del MIT y con las recomendaciones del *Institute of Food Technologists*. Concluye que la duración de los estudios varía de 4 a 5 años y tras analizar con detalle los *curricula* de Karlsruhe, Glasgow y Zagreb, afirma que en todas ellas se estudian las mismas o parecidas materias. La *Facoltà di Agraria* de la universidad de Milán, desde 1964, ofrece una licenciatura en Bromatología, de cinco años académicos, superados los cuales confiere el título de *Laureato in Scienza delle preparazioni alimentari*. En la actualidad otras universidades italianas, entre ellas Perugia y Pisa, ofrecen licenciaturas similares.

Leniger en su trabajo titulado "Enseñanza de la Tecnología de los Alimentos" concluye que un *curriculum* tan dinámico como el de nuestra ciencia debe tener una duración de 4 a 5 años académicos, dividido en cuatro bloques o fases: a) En el primero deben enseñarse las disciplinas fundamentales, como matemáticas, física, química, botánica y zoología,

además de un curso general de Bromatología descriptiva que prepare a los estudiantes para que después elijan su especialización.

b) En el segundo bloque, los estudiantes se separan en 2-4 grupos, cada uno de los cuales pone especial énfasis en una materia particular, pero continúan, además, recibiendo enseñanzas en las siguientes disciplinas: Procesado de alimentos, ingeniería, química y bioquímica de los alimentos, microbiología de los alimentos, tecnología de alimentos (con énfasis en actividades gerenciales) y economía y mercadeo.

c) El tercero y cuarto bloques se dedican al estudio especializado de un aspecto determinado, acompañado de un periodo de investigación científica personal de una duración de 1-2 años.

Actualmente se aprecian en Europa tres formas distintas de obtener una titulación en Ciencia y Tecnología de los Alimentos: a) En una de ellas el estudiante que termina sus estudios secundarios pasa a una facultad o escuela de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, en donde tras cursar durante 4-5 años las materias que componen el plan de estudios alcanza la titulación de *Bachelor* (Reino Unido), Licenciado (países latinos) o *Ingeniero* (naciones del este europeo) en Ciencia y/o Tecnología de los Alimentos. Tal es el caso de las universidades italianas citadas y de algunas francesas como la de Ciencias y Técnicas de Languedoc en Montpellier.

b) En otros sistemas, los estudiantes hacen los tres o cuatro primeros cursos de universidad en una facultad o escuela técnica en donde cursan materias básicas o troncales comunes, para seguir después opciones distintas, de las que una corresponde a estudios bromatológicos. Este es el caso de los países escandinavos. Por ejemplo, en la facultad de ingeniería de Lund (Suecia), después de tres cursos comunes, cuya superación da lugar al título de Ingeniero civil, en el cuarto se ofrecen cuatro posibilidades a saber: química pura, tecnología industrial, ingeniería y tecnología de los alimentos. En esta última sección se ofrecen una serie de cursos de post-grado que llevan a la correspondiente licenciatura técnica y después de realizar y aprobar una tesis a un doctorado.

En la Universidad Técnica de Copenhague se sigue un plan de estudios parecido en la llamada "línea (sección) de bioquímica", en donde en tercer curso se estudia bioquímica y a partir de cuarto se inicia la especialización en Bromatología con cursos de química de los alimentos, microbiología de los alimentos, tecnología, nutrición e ingeniería química.

Estos planes de estudio se parecen mucho a los ofertados, desde 1965, por el C.E.R.I.A. (Centro de Enseñanza e Investigación de las Industrias Alimentarias y Químicas) de Bruselas; en el primer año los estudiantes cursan las ciencias básicas (Matemáticas, Física, Química, Biología), en el segundo disciplinas de introducción a la ingeniería con el mismo énfasis en química y física. En tercero hay una dicotomía en dos ramas distintas: química y bioquímica. Quienes optan por bioquímica en cuarto curso pueden especializarse en algunos de los siguientes aspectos: industrias de los alimentos, industrias de la fermentación y bioquímica aplicada. También siguen la misma orientación, aunque con más interés en ingeniería de

alimentos, los planes de estudio de las universidades alemanas de Karlsruhe, München y Hamburgo-Bergedorf.

c) Finalmente existen una serie de centros universitarios a los que se accede después de haber completado los estudios en otras facultades y escuelas (agricultura, biología, farmacia, química, etc.) o simplemente después de terminados y superados sus tres primeros cursos. En algunos casos y dependiendo de la orientación que vaya a darse a los futuros estudios, se requiere la realización y aprobación de algunas materias no estudiadas originalmente, pero necesarias para la comprensión de estudios posteriores (microbiología y fisiología en el caso de químicas, termodinámica si se trata de veterinaria, etc.).

En este apartado se incluirían algunos institutos alemanes y suizos de Ingeniería Química, como la Escuela de Ingeniería de Técnicas de Producción y Procesado de Hamburgo, el Instituto Técnico Federal de Zürich (Suiza) y el colegio de Agricultura de la Universidad de Hohenheim-Stuttgart (RFA). En esta última universidad, bajo la orientación de un consejo de profesores, el mismo estudiante puede trazar su propio plan de estudios, eligiendo las asignaturas que más le atraigan. Además, los primeros dos años pueden cursarse en otras universidades equivalentes, oportunidad ésta que ha llevado a este colegio a estudiantes de toda Europa.

3. La Bromatología en España

La Ciencia de los Alimentos ha seguido las mismas vicisitudes, al menos en sus objetivos finales, que otras dos que le son muy próximas, la Medicina y la Agricultura que persiguen, como la Bromatología, el bienestar humano aplicando los mismos principios biológicos. La enseñanza surge, en todos los casos, primero por aprendizaje menestral, después como arte y finalmente como ciencia. Así en el caso de la Medicina, que hemos tomado como ejemplo, primero aparece el “práctico” o curandero, después el “experto” en determinados aspectos fisiopatológicos, más tarde el físico —en el sentido clásico de la palabra— y finalmente el médico. Mientras las enseñanzas de los primeros se reducían a simples aprendizajes, siguiendo paso a paso los derroteros y consejos del “maestro” en el segundo caso, aparecen instituciones, cada vez más complejas, en donde son varios los profesores y las materias cuyo dominio se necesita para alcanzar la titulación correspondiente que faculta para el ejercicio de la profesión.

De todos modos y como ocurre con las ciencias y disciplinas basadas en largos años de experiencia menestral, pasar de la situación artesanal a la científica requiere una cierta adaptación que, a menudo, dura bastantes años. Piénsese, por ejemplo, en la forma en que tradicionalmente se enseñaba en nuestro país la elaboración de conservas que consistía fundamentalmente en aprender una serie de fórmulas referentes a cómo lavar o seleccionar la materia prima, forma de llenar los botes, temperatura requerida en los autoclaves y tiempo de permanencia en los mismos. Prácticamente no se dedicaba una línea al comportamiento microbiano

frente al calor, a su penetración, a la forma de establecer el tratamiento térmico, a la reacción de Maillard, a los cambios químicos durante el procesado, al efecto de la agitación durante el tratamiento térmico, a las propiedades reológicas del producto terminado, a las causas de su alteración y, por supuesto, a la aceptación de la conserva por el consumidor.

Inicialmente las enseñanzas e investigaciones en Bromatología y Tecnología de los Alimentos se limitaban al conocimiento de los alimentos y de los sistemas de conservación y a la resolución de problemas eminentemente prácticos, pero con total ausencia de investigación, en especial en sus aspectos básicos. Sólo en épocas relativamente recientes se ha comprendido que la enseñanza y la investigación han de caminar juntas: sin embargo, en determinados centros, los objetivos de la enseñanza requieren un especial énfasis en la producción, tanto o tal vez más, que en la investigación. De todas formas en la ciencia que nos ocupa enseñanza, investigación y producción están íntimamente interrelacionadas y no pueden separarse unas de otras.

En España, el origen de las enseñanzas de Ciencia y Tecnología de los Alimentos debe buscarse en las facultades de Farmacia y de Veterinaria. Mientras la primeras inician su brillante caminar teniendo como norte principal el medicamento y cuanto con él se relaciona, las de Veterinaria (inicialmente escuelas dependientes del Ministerio de la Guerra) se crearon para atender al cuidado y reproducción de los équidos (tan necesarios entonces para las actividades militares y de primordial importancia bélica hasta la tercera década de este siglo) y para cuidar de la salud y mejora zootécnica de los animales productores de alimentos.

En las facultades de Farmacia el interés por la Bromatología deriva del análisis químico, campo en el que los antiguos colegios de Farmacia gozaban de un bien merecido prestigio, como lo demuestra el que hasta 1874, fueran farmacéuticos, la mayoría de los profesores de Química tanto de las facultades de Ciencias, como de las de Farmacia.

Ya se ha indicado en la parte histórica que la década de 1860 marca en todo el mundo el comienzo de la lucha contra el fraude alimentario y también el final de la teoría de la generación espontánea; al mismo tiempo comienzan a entenderse el papel de las bacterias en la etiología de las enfermedades, los mecanismos de transmisión de ciertas parasitosis zoonóticas y la falsedad de la teoría "ptomainica" como causa de toxoinfecciones alimentarias. Estos hechos se reflejarían muy pronto en el interés que farmacéuticos y veterinarios prestaron a los alimentos. Al transformarse los antiguos colegios de Farmacia en facultades pasaron a formar parte de la Universidad española en 1845. La maestría y el dominio del análisis químico de estos centros llevaría, al análisis primero y al estudio después de los componentes naturales y adicionados a los alimentos.

Quizá contribuyó a ello el envenenamiento ocurrido en Bradford (Inglaterra) en 1855, que afectó a varios centenares de personas, ocasionando la muerte de veintiuna. Fue debido a la ingestión de caramelos de menta, elaborados por un confitero local, quien para aumentar el peso les adicionaba escayola. En la droguería donde se surtía de este producto, lo confundie-

ron con arsénico que pasó así a los caramelos ocasionando la intoxicación. Este incidente, cuya noticia se propagó por toda Europa, aceleró, sin duda alguna, la aprobación por el parlamento británico en 1860 de la *Food and Drinks Act*, estimulando en otros países el estudio toxicológico de los alimentos.

En 1886, año en que por decreto publicado en la Gaceta de Madrid, se reforma el plan de estudios de Farmacia, se crea la cátedra de “Técnica física aplicada con sus prácticas y Análisis químico y en particular de alimentos, medicamentos y venenos con prácticas de laboratorio”. De esta cátedra, de tan luengo y singular nombre, derivarían con el transcurso del tiempo cuatro distintas, y entre ellas, la de Bromatología, cuya creación tuvo lugar en 1935 el mismo año en el que Prescott, inició en el MIT sus primeras investigaciones bromatológicas y más de una década antes de que en el Reino Unido se dictase un curso sobre alimentos, lo que ocurrió según Bate-Smith, en 1948. Pero no adelantemos acontecimientos y dejemos únicamente constancia de la importancia de las enseñanzas de la cátedra recién creada y del bien hacer de quienes la cursaron.

Entre los farmacéuticos del siglo pasado que cultivaron la Bromatología sobresale Angel Bazán Aured, aragonés, nacido en Almudévar (Huesca); persona cultísima que cultivó todos los campos farmacéuticos. Fue el primer analista español que fundó un laboratorio para realizar exclusivamente análisis bromatológicos; en 1862 publicó su libro “*Estudios químicos para el descubrimiento de las alteraciones de varias sustancias alimenticias*” que fue premiado por el Real Colegio de Farmacéuticos de Madrid. Seis años más tarde se le otorga la medalla de plata de la Exposición Aragonesa por su *Memoria y cuadro sinóptico sobre análisis de harinas y vinos de Aragón y de las aguas de Zaragoza*. Fue un dibujante excepcional que realizó una extraordinaria colección de láminas de cristalografía, zoología y botánica, muchas de las cuales aparecen en la *Historia Natural* de Yáñez Girona. Como funcionario del Ayuntamiento de Zaragoza, organizó la Sección especial facultativa y municipal de policía urbana, dictó abundantes normas higiénicas y se entregó totalmente a la salud pública municipal, especialmente durante la epidemia de cólera de 1885, cuyas brigadas de desinfección fueron obra suya; el éxito de la lucha contra esta enfermedad en Aragón se debió en gran parte a su tesón y entrega. Sus publicaciones aparecieron en *La Unión Médica de Aragón, El Restaurante Farmacéutico* y *Journal de Chimie Medical*.

Otro farmacéutico de fines de siglo pasado, preocupado por los alimentos fue César Chicote y del Riego, quien desde la dirección del Laboratorio Químico de San Sebastián, publicó en 1894 su libro *Alimentos y bebidas, investigaciones y falsificaciones* cuya segunda edición apareció tres años más tarde. Es un tratado de bromatología muy completo que, sin embargo, no estudia los miosistemas (carne y pescado), temas cuya entidad, según el autor, es lo suficientemente importante como para escribir con ellos sólo un libro.

Del mismo año data la publicación de José Ubeda y Corral y Mariano Belmas *Falsificaciones de los alimentos* que, después de estudiar la historia

de la alimentación, dedica un gran espacio a las falsificaciones y adulteraciones. Ubeda y Corral, que también era doctor en Medicina, fue un prolífico publicista y un prestigioso profesor del Laboratorio Central de Medicamentos de Sanidad Militar donde explicó y dirigió los cursos de análisis.

En las oposiciones celebradas en 1888 para cubrir en las facultades de Farmacia la cátedra de Análisis Químico de alimentos, medicamentos y venenos obtuvieron plaza con el número uno José Casares Gil, que eligió Barcelona, Bernabé Dorronsoro y Ucelayeta que con el número dos marchó a Granada y Miguel María Sojo y Alonso que fue catedrático de Santiago de Compostela. En Madrid el Análisis Químico estaba a cargo de Fausto Garagarza Dugiols, quien se ocupó de la cátedra recién creada hasta su muerte en 1905. Como señalan Villanúa Fungairiño (1987) y Roldán Guerrero (1958-1976), de quienes proceden muchos de los datos aquí expuestos, fue decano de la facultad de Madrid, director del laboratorio municipal de la capital y un buen analista que prestó gran atención, como los farmacéuticos de su época, a las aguas minero-medicinales y de consumo.

Dorronsoro fue también un excelente profesor y analista, que publicó en 1905 un *Tratado de Análisis Químico General y Aplicado a los Alimentos y Medicamentos y a la Investigación de Venenos*. Dorronsoro, que fue una persona bien conocida en los ambientes intelectuales y políticos de su época, supo sembrar entre sus discípulos la afición por el análisis bromatológico.

El Prof. Casares Gil dirigió dieciséis años la cátedra de Barcelona, desarrollando una intensísima labor y dejando abundantes discípulos que continuaron su quehacer bromatológico; hay que destacar entre ellos a Enrique Moles Ormella quien, junto con Ramón Casamada Mauri, continuaría durante algún tiempo al frente de la cátedra de su maestro. Fue después profesor auxiliar de Química Inorgánica de la Facultad de Madrid y finalmente catedrático de la Facultad de Ciencias de nuestra Universidad. Casamada Mauri también fue catedrático de Técnica Física y Análisis Químico de Barcelona. Casares Gil publicó en 1897 sus *Elementos de Análisis Químico analítico mineral*, en donde se aprecia la influencia de la metodología alemana que aprendió junto a dos grandes químicos de la época, Baeyer de Munich y Fresenius de Wiesbaden. En 1905 fue nombrado catedrático de Análisis Químico y Técnica Física de la Facultad de Farmacia de Madrid cargo que desempeñaría hasta su jubilación en 1936. Fue un maestro magnífico que supo atraer a sus alumnos al análisis bromatológico que tan bien conocía y enseñaba. Trabajó preferentemente en el análisis químico de las aguas minero medicinales, siguiendo la tradición farmacéutica, dedicándose sobre todo al estudio del flúor, tanto en aguas españolas (Galicia) como extranjeras (Islandia y EEUU). Doctor *honoris causa* de la universidad de Munich en 1920 y de la de Oporto en 1940 alcanzó los más altos honores en el mundo de la enseñanza y la investigación. Su libro *Análisis químico*, continuado por sus discípulos Casares López, Villanúa y García Puertas ha sido reeditado diez veces y

utilizado por una pléyade de farmacéuticos y veterinarios a lo largo de nuestro siglo.

Como se deduce de cuanto antecede, el Análisis químico supuso la entrada de la Química bromatológica (plan de 1927) en los planes de estudio de las facultades de Farmacia. La necesidad de establecer nuevas enseñanzas en esta Licenciatura, fuertemente sentida por profesores y licenciados, llevó finalmente al Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes a crear en 1935 la cátedra de Bromatología y Toxicología. Con motivo de su 50º aniversario se organizaron dos jornadas conmemorativas cuyo contenido recogen *in extenso* los *Anales de Bromatología* (vol. 38, nº 1 y 2).

Desde su creación en 1792, los (entonces) Reales Colegios de Veterinaria estudiaban, con toda la profundidad y minuciosidad de la época, las enfermedades animales que diezaban a veces la cabaña ganadera, sumiendo en la desesperación a la población rural y creando graves deficiencias en el aporte alimenticio de las ciudades. Cuando se comprobó, gracias a los estudios de los “pasteurianos”, que muchas de ellas además de tener un origen microbiano, afectaban lo mismo a los hombres que a los animales y a medida que se iban conociendo la etiología de las distintas zoonosis y sus ciclos epidemiológicos, las escuelas de veterinaria iban potenciando los estudios de Salud Pública y dedicando una gran atención a la transmisión de las zoonosis por vía alimentaria; de hecho está naciendo la Bromatología sanitaria.

El que los Colegios de Veterinaria se transformasen en Escuelas al pasar a depender del Ministerio de Comercio e Instrucción Pública en 1847 supuso un gran avance científico, ya que ello llevó aparejado un nuevo plan de estudios en el que se incluía, desde entonces, como asignatura independiente, *Policía Sanitaria*, materia que también comprendía Higiene de los Alimentos.

El interés que esta materia despertó entre los veterinarios de la época y la conciencia que tenían del importante papel que los alimentos jugaban en la salud humana se refleja en la favorable acogida del libro de Morcillo y Olalla, *Guía de los Inspectores de carnes y pescados*, ya citado, cuyas ediciones se suceden desde su aparición, en 1858, hasta finales de los años de 1880. Don Juan Morcillo y Olalla, que fue, sin duda alguna, un gran observador, además de un buen conocedor de la bibliografía disponible en su tiempo, escribía con humildad en el prólogo de su libro: ...“Cuando he necesitado he consultado algunas obras y he tomado de ellas lo que tenía alguna aplicación y he creído que podría ser útil ... En este trabajo no hay ideas nuevas ... no he hecho más que presentar todas las materias reunidas ... para desempeñar con desembarazo esta rama de la policía sanitaria” La Real Orden de 1858, a la que también hemos hecho referencia, exigiendo que los municipios con una población de 2.000 o más habitantes, dispusiesen de veterinarios inspectores de alimentos, influyó mucho en la dedicación de estos profesionales a la ciencia alimentaria y constituye igualmente una prueba de la confianza depositada por las autoridades sanitarias de la época en la labor de los veterinarios. El libro de Prieto (1880) *Manual*

Teórico-Práctico del Veterinario Inspector de Mataderos y Mercados Públicos, publicado en 1880, hace referencia expresa a dicha confianza al afirmar que “los veterinarios tenemos una grave responsabilidad, no sólo ante quienes confiando en nuestros saberes nos han puesto al frente de un importantísimo menester, sino especialmente con la sociedad en general, cuya sanidad y bienestar hemos de procurar defender al lado de médicos y farmacéuticos”. Del mismo parecer son Curia y Sáiz, autores de una *Inspección Veterinaria*, que se publicó en San Sebastián en 1901 y Morros García, quien en su *Manual Práctico de Inspección y Reconocimientos de las sustancias alimenticias*, aparecido en León en 1908, escribía: “La vida exige una alimentación constante y suficiente ... si la cantidad (de alimentos) es excesiva o defectuosa, el organismo enferma ... si la calidad del alimento no responde a su composición normal, el organismo se altera hasta el punto de hacerse incompatible con la vida; es decir, que también desde este punto de vista los alimentos y los llamados condimentos no sólo son para nosotros medios de sostener la vida, sino con demasiada frecuencia de enfermedades de muerte ...

Los peligros que resultan por parte de la alimentación son pues muy diversos; de aquí la necesidad de prevenirlos ... la necesidad absoluta y capital que reviste la inspección concienzuda de las sustancias alimenticias y de aquí también el interés público que sin cesar exige, con suprema urgencia, que el Estado proteja la alimentación y de aquí, por último, el papel importantísimo que en la sociedad moderna desempeñan el veterinario, el médico y el farmacéutico, cada uno en su esfera de acción, pero cooperando todos en la plausible y humanitaria labor de velar por la salud de los pueblos, cual infatigables campeones de la higiene y guardianes naturales de la salud pública” (*sic*). Así se expresa el autor en su capítulo de Introducción.

Don Juan Morros García dirigió su libro a los inspectores provinciales y municipales de sanidad, a veterinarios, farmacéuticos y médicos en general. Fue catedrático de la Escuela de Veterinaria de León y prestigioso doctor en Medicina y Cirugía; séame permitido recordar que dos de sus hijos, José y Julio, desempeñarían también cátedras en las facultades de Veterinaria de Madrid y León, respectivamente, siendo además, lo mismo que su progenitor, doctores en Medicina. José Morros Sardá fue también un excelente profesor de la Escuela de Bromatología de la Universidad de Madrid.

En 1912, siendo ministro don Santiago Alba, se introduce un nuevo plan de estudios en las Escuelas de Veterinaria que incluye en su *currículum* casi el 90 % de las materias actuales. Como asignatura fundamental (lo que hoy se llamaría troncal) forma parte del plan de estudios la asignatura de “Inspección de carnes y sustancias alimenticias”.

En 1944 las Escuelas Superiores de Veterinaria se integraron en la Universidad y estrenaron un nuevo plan de estudios; formaba parte del mismo la “Higiene, Inspección y Análisis de Alimentos”, asignatura troncal con cuatro horas semanales de clases teóricas, que se explicaban durante todo el curso. Los claustros de profesores de las cuatro facultades de veterinaria entonces existentes, conscientes de la necesidad imperiosa de

A lo largo de este discurso se ha señalado que la Bromatología es un claro ejemplo de una ciencia interdisciplinaria cuyas enseñanzas exigen sólidos conocimientos de materias básicas (Química, Física, Biología, etc.) que se enseñan en varios centros universitarios. Si bien han sido dos facultades (Farmacia y Veterinaria) las que más atención han prestado a los problemas netamente bromatológicos, la realidad es que un conocimiento mucho más profundo que el que puede adquirirse en sólo los 5 años de ambas licenciaturas, en los que además hay que atender a otras varias materias, y sobre todo, la necesidad de que el futuro bromatólogo adquiriese una visión de conjunto de las actividades y problemas de la Administración Bromatológica, de la industria alimentaria, etc., llevó a la Universidad de Madrid, a propuesta de su Facultad de Farmacia, a la creación de la Escuela de Bromatología de la Universidad de Madrid que después se transformaría en Instituto Universitario de Bromatología y Nutrición de la Universidad Complutense.

La Sociedad Española de Bromatología no fue ajena a la creación de esta amplia y profundizar los conocimientos bromatológicos, llegaron al acuerdo de introducir una nueva asignatura, llamada "Industrias de la leche, de la carne y del pescado" que, junto con Bromatología e Inspección de Mataderos aparece ya como asignatura troncal de 3 horas semanales de clase en el plan de estudios de 1953.

Desde entonces y bajo distintos nombres, siempre han formado parte de todos los planes de estudio diversas materias bromatológicas, para culminar en el de 1973, en cuya sección de "Bromatología, Sanidad y Tecnología de los Alimentos" se incluyen "Microbiología de los Alimentos", "Bioquímica y Análisis de los Alimentos", "Lactología", "Ciencia y Tecnología de la Carne" y "Tecnología del Pescado" e "Higiene e Inspección de Alimentos".

Además de las facultades de Farmacia y Veterinaria, las Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros Agrónomos, lo mismo que ciertas especialidades de las facultades de Química (Ingeniería Química), han prestado atención a las industrias agroalimentarias. En las primeras sus estudios se han orientado tradicionalmente y casi exclusivamente a los sistemas de procesado y a la gestión empresarial, con atención preferente al diseño y mejora de los equipos industriales; en las segundas la falta de asignaturas higiénicas y de formación sanitaria ha sido un gran inconveniente para profundizar en ciertos aspectos bromatológicos (nutrición, toxicología, microbiología de toxi-infecciones, etc.). Por otra parte, y puesto que las materias de sus planes de estudio que se refieren específicamente a los alimentos no han tenido carácter troncal, sólo las han cursado un número muy limitado de graduados de ambos centros universitarios. No ha sido este el caso de Farmacia y Veterinaria que llevan, como hemos visto, más de medio siglo enseñando ininterrumpidamente estos saberes a todos sus licenciados cuya actividad bromatológica desempeñan, desde finales del siglo pasado, en la administración estatal y municipal, en fábricas elaboradoras de alimentos, en centros universitarios, etc., y desde su creación en el C.S.I.C.

escuela. Esta Sociedad se había creado en 1947 porque, en palabras de su primer presidente y fundador, Prof. Casares, faltaba un órgano social que integrara a quienes trabajaban de una u otra forma en problemas relacionados con los alimentos y se necesitaba una revista especializada que publicase sus trabajos. Como añade Casares, los escritos bromatológicos se perdían en publicaciones de química, farmacia, veterinaria, agronomía, etc., de difusión limitada a sectores profesionales muy concretos. Ello hacía que en el ambiente científico internacional apenas se conocieran los trabajos españoles y menos aún los autores que cultivaban la ciencia de los alimentos. Al año siguiente, en 1948, se inició la publicación de los *Anales de Bromatología*, que ha sido cronológicamente, la primera revista científica española dedicada exclusivamente a los alimentos. Bastantes años después vió la luz, bajo los auspicios del Instituto de Agroquímica y Tecnología de los Alimentos del C.S.I.C. la *Revista de Agroquímica y Tecnología de los Alimentos*. Ambas continúan publicándose en la actualidad y sus artículos se referatan en el *Food Science and Technology Abstracts*, junto a los de las más prestigiosas publicaciones mundiales.

Desde su creación, la Escuela de Bromatología estuvo abierta a licenciados en Ciencias, Farmacia, Medicina y Veterinaria y también a quienes poseyeran un título de ingeniero superior.

Bastantes años después la Universidad Politécnica de Valencia, en colaboración con el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, ofrecía un *Master* en Ciencia e Ingeniería de los Alimentos que se cursa en dos años académicos.

A él tienen acceso los titulados superiores en Ingeniería (Ingenieros Agrónomos e Industriales), los licenciados en Ciencias Químicas, Biológicas, Farmacia y Veterinaria y los titulados equivalentes de países iberoamericanos. Una vez realizado y aprobado el primer curso, durante el segundo se lleva a cabo un trabajo de investigación que constituye la tesis de *Master*. Aprobadas en su totalidad las asignaturas de segundo curso y la tesis, se extiende a los alumnos el título correspondiente de *Master* en Ingeniería de los Alimentos o en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, dependiendo de la rama que eligieran al matricularse por primera vez.

Como decía Hawthorn en 1970, basándose en la experiencia del Reino Unido, de EEUU y Alemania y en la tendencia de otros países en los que la enseñanza de la Bromatología era mucho más reciente, "si hay una cosa de la que estoy seguro es de que (salvo que ocurra un gran cataclismo, como una guerra nuclear) en la próxima década asistiremos a un gran crecimiento de esta ciencia en las universidades de todo el mundo" (*sic*). Y continuaba, varían mucho los detalles y disposición de los planes de estudio de estas materias, en lo que influyen las circunstancias geográficas; de hecho los cursos cambian en universidades distintas y de unos países a otros, dependiendo, hasta cierto punto, de las necesidades locales. La orientación de estos estudios se ha basado en dos conceptos distintos; uno, originado en Alemania, piensa que un científico o tecnólogo de los alimentos es primero ingeniero y luego bromatólogo; el otro concepto, de mucha más amplia aceptación, admite que un científico o tecnólogo de los alimentos es, ante

todo, bioquímico o microbiólogo y después bromatólogo. En Australia y Nueva Zelanda han procurado conseguir un graduado en cuya formación se entrelazan ambos conceptos. Personalmente creo que es mucho mejor formar con profundidad a los alumnos en las materias básicas o fundamentales y después, si hay tiempo, orientarlos hacia determinados aspectos bromatológicos, dependiendo de cuál vaya a ser su futura actividad. Y de nuevo me apropio de lo escrito por Hawthorn, quien ante la idea de incluir en el plan de estudios de *Bachelor of Food Science* nuevas materias (administración de empresas, antropología de la alimentación, contabilidad industrial, etc.) contestaba: "Sí, sería excelente incorporar algunas o todas estas materias. Encuéntrame tiempo y yo lo haré". Antes de decidirse por la introducción de una nueva asignatura habría que contestar a estas dos preguntas: ¿Tiene una aplicación general importante? ¿Puede cursarse después de la graduación en alguno de los múltiples cursos que ofrecen instituciones de garantía? Durante la licenciatura hay que concentrarse en aquellas materias fundamentales cuya enseñanza teórica y práctica sólo puede alcanzarse en la Universidad. El estudiante debe encontrar siempre tiempo para pensar y profundizar en sus materias preferidas y el sobrecargar los planes de estudio le robará la oportunidad de estudiar a fondo su faceta preferida; estimular dicho estudio constituye la mayor de las satisfacciones, negarlo es la mayor de las frustraciones.

Ojalá que el anteproyecto de la licenciatura en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, cuyo período de reclamaciones acaba de cerrarse, dé lugar a unas materias curriculares suficientes pero no excesivas, que permita a los futuros bromatólogos gozar de unos profundos y sólidos conocimientos básicos, a la vez que les da tiempo para reflexionar y profundizar en los aspectos que más les atraigan.

Cuando se compara la situación alimentaria del mundo actual con la de 1888 llaman profundamente la atención los avances conseguidos. La química y la biología, en general, estaban entonces pasando la frontera entre el empirismo y la ciencia naciente. La microbiología estaba en su infancia, los conocimientos bromatológicos eran fraccionarios y recién nacidos y las enfermedades nutritivas muy frecuentes. El frigorífico doméstico no se había inventado, las operaciones culinarias se realizaban en fuegos abiertos que exigían trabajo, habilidad, paciencia y tiempo. Los productos enlatados, recién aparecidos, eran sanos, pero no estaban al alcance de la mayoría de la población y la leche, que procedía muchas veces de animales tuberculosos, fue la responsable en muchísimas ocasiones de casos de esta enfermedad en la población humana; en España fue muy frecuente incluso en la post-guerra de nuestra contienda civil. Las frutas y ciertas hortalizas eran solamente alimentos de temporada y con bastante frecuencia estaban atacados por larvas de insectos. En el mundo rural se carecía de agua corriente y en las ciudades no había estaciones depuradoras de ningún tipo.

¡Qué contraste con el momento actual! Ahora prácticamente en todos los hogares se dispone de refrigerador y de cocinas eficazmente instaladas y dotadas de todo tipo de electrodomésticos. Por otra parte, en las alacenas de los supermercados hay a nuestro alcance toda clase de productos alimenticios, tanto autóctonos como foráneos y lo mismo en su época de recolección que en cualquier otro tiempo. Si bien estos cambios se han debido al desarrollo industrial y comercial, también es cierto que no habrían sido posibles de no haberse profundizado en el conocimiento de la naturaleza y propiedades de los alimentos.

Hasta hace relativamente pocos años los consumidores se conformaban con disponer, en cantidades suficientes, de alimentos que habían sido ideados, procesados y preparados por la industria, cuya única preocupación era mejorar su producción y sobre todo sus beneficios. Hoy la situación ha cambiado y los consumidores ya no se conforman con lo que aquélla les ofrece, por el contrario en ocasiones aceptan sus productos con suspicacia o recelo, prestando gran atención a su calidad en el más amplio sentido. La

industria alimentaria es consciente de que ahora no puede cometer el más pequeño error en lo que concierne a la calidad e inocuidad de sus productos, ya que si lo hace puede verse expuesta justamente a la más feroz de las críticas y tal vez a la bancarrota. La prensa sensacionalista aprovecha el más pequeño resquicio para atacar cruda y duramente a la industria alimentaria a la que culpa de la mayor incidencia de cáncer, de ataques cardíacos e, incluso, de malformaciones fetales, sin tener para nada en cuenta la realidad de las experiencias concienzudamente realizadas y las cifras que muestran claramente que el hombre de los llamados países desarrollados nunca como ahora, gozó durante más años de mejores y más variados alimentos. Tanto que una mala cosecha en cualquiera de estos países no significa el hambre, como antiguamente, sino simplemente la necesidad de importar alimentos de otras naciones para atender a las demandas nutritivas de la población.

Viene esto a cuento porque los bromatólogos del mañana han de ser conscientes de estas situaciones y deben estar preparados para hacerles frente, no sólo mediante un buen conocimiento de la ciencia que cultivan, sino también respondiendo convenientemente, cuando las circunstancias lo requieran, a consumidores, periodistas, políticos e incluso jueces; lo ideal sería que se anticipasen a los problemas y retos de un mundo en cambio continuo para prever con tiempo sus soluciones.

Los hábitos alimentarios también están cambiando y los bromatólogos han de tener la suficiente sensibilidad para detectarlos y adaptarse a los mismos. La industria debe tener muy claro que lo que hoy fabrica y acogen con agrado los consumidores puede ser rechazado dentro de algún tiempo, ya que los deseos y necesidades de las personas cambian. La innovación constante ha de ser otra de las características de los bromatólogos; continuamente aparecen en el mercado nuevos productos de los que algunos son acogidos con éxito, otros sustituyen a productos tradicionales y, no pocos, son auténticos fracasos. Y hablando de nuevos productos, habrá que prestar atención especial a los llamados “alimentos fabricados” o “nuevos alimentos” que han sido definidos por el Departamento de Salud y Seguridad Social británico (DHSS) como “los producidos de materias primas que no se habían utilizado antes para la alimentación humana o que lo habían sido sólo en cantidades pequeñas, y los obtenidos mediante procesos nuevos o muy modificados que antes no se empleaban en la elaboración de alimentos”. Son muchos los productos alimenticios de esta clase (vitaminas y aminoácidos sintéticos, proteínas vegetales texturizadas, surimi y derivados del Kril, proteína foliar, proteína unicelular, carne deshuesada mecánicamente, etc., etc.). Su número creo que aumentará mucho en el futuro.

Otro cambio que ya se ha iniciado es la integración vertical; las empresas más dinámicas y más agresivas comercialmente, ya no se conforman sólo con la industrialización y transformación de los alimentos naturales que les ofrecen agricultores, ganaderos y pescadores, sino que tienden a producir ellas mismas su materia prima que después transforman y hasta distribuyen por tiendas y supermercados, no faltando firmas que llegan incluso a poner directamente en manos del consumidor alimentos precocinados listos para el consumo, bien en sus propios establecimientos de venta, bien en

empresas de *catering* de cuyo accionariado forman parte. De aquí la necesidad también de bromatólogos conocedores de los problemas relacionados con la producción, distribución y venta de estos y otros productos y no sólo con las técnicas de procesado. Y ya que hablamos de *catering*, quizá sea conveniente señalar que la tendencia a comer fuera de casa, en establecimientos de restauración colectiva, es cada vez más manifiesta. Sin ningún género de dudas tal tendencia se mantendrá también en el futuro.

Otro aspecto al que deberá prestarse cada vez más atención es a la protección del medio ambiente; un buen bromatólogo debe conocer profundamente, además de la purificación del agua de que dispone la fábrica, los problemas derivados de la descarga de sus efluyentes y de la contaminación del ambiente con sus productos de desecho. Se trata de problemas con los que nos enfrentamos a diario y cuya importancia aumenta día a día.

Pero no sólo hay que considerar a la industria alimentaria como agente de emisión de contaminación, ya que, los alimentos, a su vez, son receptores de múltiples agentes contaminantes (plaguicidas, metales pesados, residuos medicamentosos, etc.) y dada la sensibilidad de los consumidores en general a estos problemas habrá que potenciar los laboratorios y las metodologías analíticas para ponerlos de manifiesto.

La bromatología del mañana verá aumentados los centros superiores dedicados a la enseñanza e investigación de esta ciencia, como profetizó Hawthorn en 1970. De hecho así parece confirmarlo la nueva licenciatura en Ciencia y Tecnología de los Alimentos que muchos políticos desean establecer en sus autonomías.

Posiblemente entre las tareas futuras de los bromatólogos habrá que contar también con la enseñanza de nociones de nutrición y ciencia de los alimentos en escuelas de educación general básica, institutos de enseñanza media y centros de formación profesional; nociones que son imprescindibles para una buena educación básica alimentaria de la que tan necesitada está nuestra sociedad.

Mucho ha sido lo conseguido hasta ahora por los científicos y tecnólogos de los alimentos, pero, como hemos visto, todavía estamos lejos de agotar todas sus posibilidades. Hoy se piensa en los alimentos como en un conjunto de ingredientes que pueden separarse y recombinarse de nuevo para cambiar el carácter del alimento original o incluso para crear otro totalmente nuevo que presente ciertas ventajas sobre el primero. De ahí los alimentos fabricados o nuevos alimentos que acabamos de estudiar. Veamos un ejemplo para aclarar conceptos: Se conoce desde hace tiempo, que muchos trigos europeos se prestan mal a la panificación; pero afortunadamente hace años que se sabe que la harina puede separarse en dos porciones: gluten y almidón. El primero tiene muchas aplicaciones; por ejemplo, adicionado a las harinas europeas que son pobres en proteína, además de enriquecerlas con este nutriente, las hace especialmente aptas para la panificación. Por otra parte el gluten es un buen ligante de la carne y como tal se emplea en la elaboración de pastas, patés, embutidos de picado fino, etc. De ahí la gran demanda de este producto. Pero ¿qué pasa con el almidón?

El almidón de maíz tiene muchos empleos industriales, cosa que no ocurre con el de trigo. Sin embargo, desde hace un par de lustros y debido al desarrollo reciente de la biotecnología, que ha entrado de lleno en la moderna tecnología alimentaria, el almidón de trigo se emplea como sustrato para el crecimiento de un moho, *Fusarium graminearum*, cuyo micelio, muy rico en proteína, tiene múltiples aplicaciones bromatológicas. Es el producto que ha superado los más rigurosos controles toxicológicos realizados hasta la fecha. Nutritivamente hablando, este nuevo alimento al que Marlow Foods, la compañía productora, le ha dado el nombre de *Quorn*, puede compararse ventajosamente con la leche y la carne a los que supera por su nulo contenido en colesterol. Del mismo modo que se ha desarrollado este nuevo alimento, irán apareciendo otros en el mercado. Ello no significa que vayamos a asistir a una invasión masiva de nuevos productos con la consiguiente modificación de los hábitos alimentarios ya que la puesta a punto de un nuevo alimento necesita de intensas, prolongadas y costosas investigaciones no sólo de laboratorio, sino también de mercado. Piénsese, por ejemplo, que para seleccionar la cepa de *Fusarium* empleada en el *Quorn* hubo que experimentar con más de tres mil.

Lo mismo puede aplicarse a los nuevos métodos de procesado que, seguramente, aparecerán en el futuro. Tal vez la irradiación de alimentos pueda servirnos de ejemplo en este caso. Aunque Röntgen descubrió la radioactividad en 1895, la irradiación de alimentos no comenzó a investigarse hasta 1945; los primeros resultados fueron muy esperanzadores y hubo quien creyó que superaría a la conservación de alimentos por enlatado. Sin embargo, pronto se fueron comprobando sus inconvenientes, destacando el que a las dosis esterilizantes originaba graves modificaciones en los caracteres sensoriales de algunos alimentos a los que convertía en incomibles. Pero en otros casos se consiguieron resultados esperanzadores con dosis de radiación mucho menores, como las necesarias para impedir la aparición de brotes en patatas, cebollas y otros tubérculos y bulbos, para reducir la carga microbiana de las especias o para prolongar la vida útil de carnes y pescados. Además con estas mismas dosis se destruyen las bacterias responsables de toxi-infecciones alimentarias. Estas aplicaciones de la irradiación se han incluido globalmente en la llamada "pasterización en frío" porque, en contraste con la pasterización clásica, que aumenta la temperatura de los alimentos hasta los 60-75 °C, aquella sólo la sube 2-3 °C. De otra parte la pasterización convencional sólo se puede aplicar a los alimentos líquidos, mientras que la pasterización por irradiación se utiliza también con los sólidos.

Las autoridades sanitarias al enfrentarse con los primeros alimentos pasterizados por irradiación, reconocieron que esta técnica era un método eficaz de control microbiano, pero exigieron pruebas de su inocuidad a pesar de que el aspecto externo de los alimentos tratados no se había modificado. A las dosis corrientes utilizadas los sentidos no detectan cambio alguno en los alimentos y los mínimos cambios químicos experimentados sólo pueden ponerse de manifiesto en laboratorios de investigación, dotados de un utillaje analítico muy sensible, que no se encuentra al

alcance de los laboratorios corrientes de control alimentario. A *priori* parecía razonable admitir que en estas condiciones los alimentos eran perfectamente comestibles y aunque los investigadores que trabajaban en irradiación los habían consumido sin sufrir efecto perjudicial alguno y a pesar de su empleo en ciertos enfermos que requerían alimentos estériles, como los pacientes sometidos a tratamientos con fármacos inmunodepresores, las autoridades sanitarias exigieron pruebas toxicológicas concluyentes que demostrasen que su uso generalizado no era peligroso para los consumidores. Sólo en estas condiciones estaban dispuestas a autorizar su empleo.

En 1970 se aprobó un proyecto de irradiación de alimentos aprobado por 19 países distintos, entre los que figuraba España; al mismo tiempo se establecieron comités conjuntos de expertos de la FAO/OMS/AIEA (*) para revisar los resultados del proyecto y de cualquier otra procedencia. Finalmente en 1980, y basados en toda la información disponible, concluyeron que la irradiación de los alimentos con dosis de hasta 10 KGy no presenta ningún peligro toxicológico, ni ningún riesgo nutritivo ni microbiológico. Del mismo parecer fue el Comité designado por las autoridades británicas, del que formaban parte los profesores Bender y Hawthorn, el cual después de 3 años de intenso trabajo, concluyó, el 12 de abril de 1986 que la dosis de radiación citada aplicada a los alimentos era totalmente inócua. Desgraciadamente 14 días después ocurrió el desastre de Chernobyl (URSS) que fue seguido de la más fuerte oposición pública al empleo de la irradiación en los alimentos. Esta oposición se debe a que muchos consumidores confunden radioactividad con irradiación que, aunque son conceptos distintos, para ellos serían la misma cosa. La especie humana ha estado siempre sometida a irradiaciones. Por ejemplo, el color moreno bronceado, tan buscado y deseado por nuestros veraneantes, no lo produce el sol, sino la irradiación ultravioleta solar que se diferencia de la irradiación con rayos X o con cobalto-60 en que la primera se limita a la superficie dérmica y la segunda es mucho más penetrante.

Las fuentes de radioactividad tienen el mismo contacto con los alimentos irradiados que los faros de los automóviles con la carretera a la que iluminan. La irradiación a las dosis utilizadas, ni deja residuos en los alimentos, ni los convierte en radioactivos. Los efectos de la irradiación se deben a la actividad de las moléculas del agua; los productos de la escisión de estas moléculas inactivan los sistemas enzimáticos, tanto del alimento, como de los microorganismos contaminantes. La *Food and Drug Administration* (FDA) de los EEUU permite el empleo de la irradiación para el control de los insectos del trigo y de la harina, para prevenir la aparición de brotes en patatas, para controlar la maduración de frutas y hortalizas frescas y evitar el crecimiento en ellas de insectos, para desinfectar especias y yerbas aromáticas y para evitar la presencia de triquinas viables en la carne de cerdo. Para todos estos menesteres sólo deben aplicarse las dosis de radiación autorizadas y los alimentos así tratados deben presentar en sus

(*) Agencia Internacional de la Energía Atómica.

etiquetas y envolturas la leyenda de “tratados con radiación” o “tratados por irradiación”, además del correspondiente logotipo internacional.

Las intoxicaciones alimentarias, cuyo número dista mucho de disminuir constituyen otro reto para quienes dedican su actividad a los alimentos. Algunas, como las debidas al género *Salmonella*, son muy difíciles de erradicar, sin embargo se vislumbran ciertas esperanzas. Posiblemente la irradiación de los alimentos sea una nueva arma para evitarlas, pero su utilización dependerá de que triunfe o no la campaña que se está realizando contra el empleo de este sistema de control de los agentes etiológicos de toxi-infecciones.

El miedo que muchas personas sienten al transporte y almacenamiento del material radioactivo y a los posibles accidentes de las plantas de irradiación de alimentos ha sido sobreestimado y exagerado en más de una ocasión por periodistas sensacionalistas o por otros de sus colegas que en los medios de información han montado, con la mejor intención, auténticas cruzadas para hacer frente a los peligros imaginarios de la moderna tecnología alimentaria. Las plantas de irradiación de alimentos no se parecen en nada a una central nuclear y sí a las dependencias en las que se emplea la energía ionizante desde hace años para esterilizar el material médico-quirúrgico. No hay sustancias explosivas, ni materiales que puedan contaminar el medio ambiente. A pesar de todo, las campañas periodísticas continuarán por estos o por otros motivos parecidos y los bromatólogos deben estar preparados para atajarlos y para mostrar a la población en general cuál es la opinión de quienes dedican su actividad a la mejor utilización y aprovechamiento de los alimentos.

Finalmente y ya para terminar, quizá sea bueno recordar que, además de las posibilidades futuras que acabo de citar, los bromatólogos del mañana deberán desarrollar nuevas técnicas para un mejor aprovechamiento de residuos y subproductos alimentarios, emplear métodos de detección de agentes tóxicos alimentarios más rápidos y sensibles, utilizar de forma creciente la metodología biotecnológica y servirse de aditivos alimentarios y coadyuvantes de fabricación más específicos y potentes; como consecuencia de todo ello habrá que solucionar los nuevos problemas que la introducción comercial de todas estas tecnologías originará, tanto en las autoridades sanitarias, como entre los consumidores.

- ANDRE, J. (1961). L'alimentation et la cuisine á Rome. Klincksieck. París.
- BATE-SMITH, E.C. (1962). Food Science as a discipline. *Recent Advances in Food Science*. (Eds. Hawthorn, J. y Muil Leitch, J.). Butterworths. Londres.
- BROCK, T. (1961). Milestones in Microbiology. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- CANTARELLI, C. (1969). La formazione professionale a livello universitario dei quadri tecnici delle industrie alimentari. *Ind. Agrarie*, 7, 17-23.
- CASARES LOPEZ, R. (1956). Tratado de Bromatología. Ed. por el autor. Madrid.
- CASARES LOPEZ, R. (1987). Homenaje al profesor Villanúa. *Anal. Bromatol.*, 39, 5-8.
- COPPOCK, J.B.M. (1965). Food for thought. Emotion or reason? *J. Roy. Soc. Hlth.*, 85, 353-355.
- COPSEY, W.G. (1949). Law's grocer manual. 4th Ed. Panbooks. Londres.
- CURIA, S. y SAIZ, L. (1901). Inspección veterinaria. Nuevo tratado teórico-práctico para los veterinarios inspectores de mataderos, mercados, aduanas y provincias. Voz de Guipúzcoa. San Sebastián.
- DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY (DHSS) (1980). *Foods which simulate meat. Rept. Hlth. Soc. Security*, nº 17, HMSO. Londres.
- DEWBERRY, E.B. (1959). Food poisoning. Leonard Hill. Londres.
- DRUMMOND, J.C. y WILBRAHAM, A. (1957). The Englishman Food. Jonathan Cape. Londres.
- DUCCESCHI, V. (1932). Il pane, un capitolo di storia dell'alimentazione. En *Il problema alimentare*. Roma, 1.
- EGLI, R.H. (1970). Education in food science and technology in Europe. *IFTS Proc.*, 3, 146-151.

- ELLEMANN, G. y JUL, M. (1965). Ausbildung auf dem Gebiete der Nahrungsmittelwissenschaft und Nahrungsmitteltechnologie. *Fleischwirts.* 234-240.
- FENNEMA, D.R. (1985). Food Chemistry. Marcel Dekker. Nueva York.
- FORSTER, J. (1664). Englands happiness increased, or a sure and easie remedy against all succeeding dear years: by a plantation of the roots called potatoes. Citado por Drummond y Wilbraham, 1957.
- GAMAN, P.M. y SHERRINGTON, K.B. (1981). The Science of foods: an introduction to Food Science, Nutrition and Microbiology. 2ª Ed. Pergamon Press. Oxford.
- GWILT, J.R. (1987). Public Health in the Bible. *J. Roy. Soc. Hlth.*, 107, 215-217.
- HAHN, E. (1896). Die Haustiere und ihre Beziehungen zur Wirtschaft des Menschen. Leipzig.
- HAWTHORN, J. (1970). The apex of the pyramid. *IFST Proc.*, 3, 134-138.
- HAWTHORN, J. (1987). Future developments in the food industry. *J. Roy Soc. Hlth.*, 107, 215-217.
- KALOYEREAS, S.A. (1950). On the history of food preservation. *The Scientific Monthly.* 71, 422-424.
- MARESCALCHI, A. (1942). Storia della alimentazione umana. Garzanti. Milán.
- MASSO GARCIA, G. (1957). Origen y desarrollo de la industria conservera en Galicia. Ed. Banco de Bilbao. Vigo.
- MESSEDAGLIA, L. (1932). Per la storia dell'agricoltura e dell'alimentazione. Federazione italiana di consorzi agrari. Piacenza.
- MONTES, A.L. (1981). Bromatología (3 vols.), 2ª Ed. EUDESA, Buenos Aires.
- MORROS GARCIA, J. (1908). Manual práctico de inspección y reconocimiento de las sustancias alimenticias. Imprenta Miñón. León.
- MRAK, E.M. (1962). Teaching and research in food science. En *Recent Adv. Food Sci.* (Eds. Hawthorn, J. y Muil Leitch, J.). Butterworths. Londres.
- MRAK, E.M. (1970). Education in food science and technology in United States. *IFTS Proc.*, 3, 123-130.
- MRAK, E.M. y STEWART, G.F. (1948). Foreword. *Adv. Food Res.*, 1, VII-XI.
- MUFFET, T. (1655). Healths improvement. Citado por Drummond y Wilbraham, 1957.
- NEWSOME, R.L. (1987). Perspective on food irradiation. *Food Technol.*, 41, 100-101.
- PARKINSON, J. (1629). *Paradisi in sole, Paradisus terrestris.* Citado por Drummond y Wilbraham, 1957.
- PARMENTIER, M. (1780). *Traité de la chataigne.* Monogy. París.
- PARMENTIER, M. (1789). La pomme de terre. *Traité sur sa culture et son usage.* Citado por Toussaint-Samat, 1987.

- PASTOR ARTIGUES, B. (1986). *Aspicio. Cocina Romana*. Ed. Coloquio. Madrid.
- POTTER, N.N. (1978). *Food Science*. 3rd. Ed. Avi Publishing Co., Westport. Connecticut.
- PRIETO Y PRIETO, M. (1880). *Manual teórico-práctico del veterinario inspector de mataderos y mercados públicos*. Librería de Cuesta. Madrid.
- RESPALDIZA UGARTE, E. (1956). *Apunte de la doctrina veterinaria higiosanitaria de inspección y análisis de alimentos*. Real Academia de Medicina. Zaragoza.
- ROLDAN GUERRERO, T. (1958–76). *Diccionario biográfico y bibliográfico de autores farmacéuticos españoles*. Gráficas Varela. Madrid.
- ROSE, W.C. (1947). *The role of aminoacids in human nutrition*. *Proc. Am. Philosoph. Soc.*, 91, 1–11.
- RUSSELL, B. (1954). *Science and History*. Lewis. Londres.
- SANZ EGAÑA, C. (1925). *La inspección veterinaria en los mataderos, mercados y vaquerías*. 2ª Ed., *Revista Veterinaria de España*. Barcelona.
- SANZ EGAÑA, C. (1949). *La enciclopedia de la carne*. Espasa Calpe. Madrid.
- SMITH, D.R. (1987). *Sausage a food of myth, mistery and marble*. *CSIRO Food Res. Q.*, 47, B–8.
- STANIER, R.Y., ADELBERG, E.A. e INGRAHAM, J.L. (1984). *Microbiología*. Ed. Reverté. Barcelona.
- TOUSSAINT-SAMAT, M. (1987). *Histoire naturelle et morale de la nourriture*. Bordas. París.
- THORNE, S. (1986). *The history of food preservation*. Parthenon. Cumbria.
- VILLANUA FUNGAIRO, L. (1987). *El análisis químico aplicado, ciencia farmaceutica*. *Anal. Bromatol.*, 39, 11–45.
- WINTON, A.L. y WINTON, K.B. (1939). *The estructura and composition of foods*. Wiley and Sons. Nueva York.
- WOJTKOWIAK, B. (1987). *Historia de la química*. Acribia. Zaragoza.

**DISCURSO
DE
CONTESTACION**

**Por el Excelentísimo Señor Don
ROMAN CASARES LOPEZ
Académico de Número**

Me ha sido muy grato, ligado al Prof. BERNABE SANZ PEREZ por vínculos de amistad y compañerismo, aceptar el encargo de darle la bienvenida en nombre de esta Corporación y participar en este acto, donde se exaltan sus méritos científicos con el máximo galardón académico.

Nuestro nuevo académico nació en Villarquemado, aquella modesta aldea que a la derecha del recorrido entre Santa Eulalia y Teruel por el que tantas veces pasé en 1938, cuando al frente del Equipo de Análisis y Depuración de Aguas nº 2, realizaba mis misiones en la reconquista turolense. No podía imaginar que entre aquellas casas agrupadas en torno al Torretón, mudo vestigio románico-mudéjar, un muchacho de 12 años, iniciaba una vida tan pródiga en venturas. Estudia su bachillerato con los escolapios en Daroca y Zaragoza. Pasa a la Universidad Cesaraugustana en cuya Facultad de Veterinaria se licencia y obtiene el grado de Doctor.

Su inquietud por los temas bromatológicos le lleva a obtener el Diploma de Sanidad, el de Técnico Bromatólogo y el de *Master in Food Science* en la Cornell University de Ithaca EE.UU. con lo que completa su formación docente. Pasa a la docencia como Prof. Ayudante, Prof. Adjunto interino y Prof. Adjunto titular para llegar, después de unas brillantes oposiciones, a la Cátedra de Bromatología de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Oviedo de la que pasa a la de Bromatología y Microbiología de los Alimentos en la Complutense de Madrid.

Paralelamente inicia su formación investigadora, en la misma Facultad zaragozana, como Alumno Interno de Farmacología y Terapéutica, como Becario en la *Facoltà de Agraria* de la *Università de Perugia*, como Becario del Instituto de Farmacología Experimental (Fundación Marqués de Urquijo) y también del *Institute of International Education de New York* para sus cursos en la Universidad de Ithaca y finalmente, con otra beca del *British Council* trabaja sobre bioquímica del pescado en la *Torry Research Station* de Aberdeen (Escocia).

Su recia formación científica y docente le ha llevado a los más diversos cometidos, desde la representación de España en el *Institute of Food Technologists* de EE.UU. a Director del Departamento de Higiene y

Tecnología de los alimentos de la Universidad Complutense, a Vicepresidente de la Sociedad Española de Bromatología, a Vice Director del Instituto Universitario de Bromatología y Nutrición y finalmente, entre otras cosas, a miembro de *Editorial Board* del *International Journal of Food Microbiology*; desde su fundación. Pertenece a nueve sociedades científicas nacionales y extranjeras y mantiene una activa correspondencia con los más prestigiosos centros especializados. Fruto de todo lo antedicho son las 18 tesinas y 25 tesis doctorales que ha dirigido.

Podríamos reducir lo dicho a los siguientes puntos:

a) *Su labor formativa.*— Sobre muchas generaciones de alumnos con enseñanzas de alto nivel, confirmada con sus numerosas tesis y tesinas publicadas y la diligente dirección de su Departamento Universitario.

b) *Su labor investigadora.*— En los más variados campos de la Ciencia y Tecnología de los Alimentos, concretadas en las múltiples publicaciones que las recogen.

c) *Su labor de extensión universitaria.*— En sus conferencias, simpósia y otros medios de difusión cultural en Colegios profesionales, Universidad de Verano “Menendez y Pelayo” y Universidad de Verano de Teruel.

Todo ello justifica sobradamente su valía, avalada por esta Real Academia al acogerle en su seno; pero hay otros factores éticos que no se recogen en estas líneas y que se compendian, en el buen hacer, en su amplia humanidad siempre abierta a sus compañeros, amigos y discípulos. No ajenas a sus virtudes son dos personas que es justo y obligado citar aquí. Me refiero al Prof. Pascual López Lorenzo que le dió las pautas por las que ha discurrido su vida y a la noble compañera de su vida, Pilar, que le ha dado un hogar feliz y que siempre ha sabido y sabe rodearlo de amor y de alegría.

Ha comenzado la disertación con un recuerdo a su predecesor en la medalla académica el Prof. Vicente Aleixandre, nuestro querido e inolvidable compañero. Debo añadir que tuve la suerte de coincidir cuando nos examinábamos por libre la licenciatura de Farmacia; porque él, al mismo tiempo, estudiaba Ciencias Químicas en Valencia. Recuerdo su examen de química inorgánica. El aula, situada en esta planta, al lado derecho de la escalera, según se sube, era de planta rectangular y estaba dividida por un friso donde se leía la locución latina “non fumum et fulgore sed de fumum dare lucen” y que estaba sostenido a sus lados por dos columnas que le daban al local cierto ambiente pompeyano. Entre ambas columnas y bajo el friso estaba la mesa de la cátedra, preparada para lecciones experimentales y por tanto, forrada con una lámina de plomo en su superficie. Tras ella estaba sentado el tribunal formado por D. José Rodríguez, titular de la cátedra y D. Enrique Moles, auxiliar numerario, presididos por D. Obdulio Fernández. En aquel año, 1925, era preceptivo que los exámenes de libres se hiciesen ante Tribunal, lo que les daba una mayor severidad y prestancia. Allí compareció Vicente Aleixandre a quien se le preguntó sobre el amoniaco. Expuso perfectamente el tema y sobre todo a la pregunta del porqué las soluciones amoniacaes tienen reacción alcalina; lo que le sirvió al exami-

nando para exponer las teorías de Arrhenius respecto a este fenómeno. Terminaba su examen cuando Don José Rodríguez, a quien benevolamente le apodaban los alumnos "Pepe Catió", le preguntara: "¿Si en su farmacia un cliente le pide polvos de San Antonio, o tucia, o tinkar, o sal amarilla de potasa, Vd. que les daría?". Vicente no lo supo contestar y el viejo maestro le apostrofó diciéndole: "Vd. sabe química, pero de Farmacia, nada". Y llegó a esta Academia.

Hemos oído su conferencia "El Ayer, hoy y mañana de la Bromatología". En su desarrollo nos ha mostrado un profundo dominio del tema. Hemos visto a la humanidad, que desde los tiempos más remotos lucha para sobrevivir en la superficie del planeta, cómo va desde la rebusca primitiva a la pesca y a la caza; cómo perfecciona su vida social para dar nacimiento al pastoreo y más tarde a la ganadería y la agricultura; cómo al transformar los alimentos los hacía más nutritivos, conservables y succulentos; cómo en fin, aparece la artesanía y queda separada de la actividad familiar la elaboración del vino, del pan y otros productos de la fermentación. La era industrial con la esterilización térmica, la deshidratación y otras formas de lograr alimentos estables, de composición definida y capaces de ser distribuidos en ámbitos muy extensos.

Al oírlo ha recordado un pasaje de Alejandro von Humboldt, en el que vemos como un alimento puede servir para establecer una cronología tan nebulosa como la del descubrimiento de las Islas Canarias por los romanos. Humboldt comienza el viaje, que dió lugar a que escribiera su obra "Viaje a las regiones equinociales del Nuevo Mundo" en 1804. Embarca en La Coruña, en una fragata puesta a su servicio por Carlos IV arribando a las Canarias días más tarde. Para descifrar el aludido enigma comienza a estudiar la población autóctona, hoy desaparecida por absorción, pero de la que encuentra aún individuos con rasgos antropológicos que coinciden con los de los restos óseos encontrados en las viejas tumbas. Busca en el vocabulario de los guanches primitivos, palabras que le entroncaran con la cultura paleocristiana con resultado negativo, lo que indicaba que el contacto con el mundo latino tenía que haber sucedido antes de la era cristiana. Pero al estudiar las costumbres y la alimentación se encuentra con un alimento: el gofio. Es una especie de harina formada por cereales ligeramente tostados y reducidos a polvo, dispuestos para hacer con ellos unas gachas fluidas, después de ser interpuestos con agua y cocidos.

Repasa Humboldt la historia de Roma. Lo mismo comieron los romanos, como bien nos dice nuestro conferenciante hasta la conquista de Tracia; de la que sus legiones trajeron el arte de producir el pan fermentado. Con ello, no pasamos mas acá del Triunvirato, en el albor del Imperio. Si los contactos con los romanos hubieran sido posteriores, los guanches hubieran conocido el pan y la fe cristiana, que como mancha de aceite se extendió al comienzo de la era hasta los confines del Imperio. Quedaba otra incógnita: Si los romanos descubrieron las Islas Afortunadas, ¿Cómo no siguió un contacto permanente con ellas?. Los fenómenos atmosféricos, principalmente el cambio de dirección de los vientos alisios, quizá impidiesen el arribo y el regreso de las naves romanas en fechas posteriores.

Los alimentos han aguzado también el ansia de conocimientos de los investigadores. A este respecto, se recuerda el caso del Prof. Joseph König, profesor de Química Agrícola, nacido en 1843, quien en una reunión social fue preguntado por una dama si podía explicarle porqué si se comían espárragos la orina exhalaba un olor especial. Lo tomó como tema de trabajo y no solo estudió la composición de los espárragos sino que siguió con la de todos los productos alimenticios conocidos en su época y que publicó en su obra "Chemie der menschlichen Nahrungs-und Genussmittel" verdadera obra maestra de nuestros conocimientos actuales; editada en 1889/93 alcanzó tres ediciones. El Prof. König murió en 1897 y en su honor la Sociedad Alemana de Química, creó la Medalla König; precioso galardón para los investigadores en el campo bromatológico.

Nos describe el futuro de esta Ciencia. Es difícil ser profetas, pero hay dos datos para ser optimistas. El primero: los recursos crecen lo suficiente para hacer frente a la explosión demográfica. Si hay hambre en el mundo no lo es por falta de producción sino de distribución, pueblos que producen mucho frente a otros que todo lo demandan. El segundo es la sensibilización que ante el problema se observa en todos; tema que con fina percepción estudia la última carta encíclica *Solitudo Rei Socialis* que acaba de publicar el Sumo Pontífice Juan Pablo II.

Separando los factores afectivos, que podrían limitar lo que sentimos en este momento, estimamos que esta Real Academia puede congratularse y concebir la más amplia esperanza en la labor que el nuevo Académico hará entre nosotros.

Excmo. Sr. Director. He dicho.