

La nueva cocina científica

Claudi Mans y Pere Castells

Publicado en

INVESTIGACIÓN
Y CIENCIA

Octubre 2011

Copyright © 2011 Prensa Científica S.A. Muntaner, 339 pral. 1.º 08021 Barcelona (España)

Reservados todos los derechos. Prohibida la reproducción en todo o en parte por ningún medio mecánico, fotográfico o electrónico, así como cualquier clase de copia, reproducción, registro o transmisión para uso público o privado, sin la previa autorización escrita del editor de la revista.

Claudi Mans es catedrático emérito de ingeniería química en la Universidad de Barcelona y coordinador del Campus de la Alimentación de Torribera, de la misma universidad.

Pere Castells, químico orgánico, es el responsable del departamento de investigación gastronómica y ciencia de la Fundación Alicia, y autor de nuestra sección *Ciencia y Gastronomía*.



QUÍMICA

La nueva cocina científica

De la incertidumbre a la predictibilidad culinaria mediante la ciencia: el gran paso de la cocina del siglo XXI

Claudi Mans y Pere Castells

EN EL AÑO INTERNACIONAL DE LA QUÍMICA MERECE LA pena resaltar la contribución de esta ciencia a un ámbito tan aparentemente alejado de su actividad habitual como la cocina. Para muchos usuarios, la alimentación y los alimentos tienen como valor fundamental mantenerse alejados de la «química», en el sentido de evitar los aditivos, sobre todo los sintéticos. Pero la relación entre la química y la cocina va mucho más allá del uso de sustancias en alimentos preparados.

A lo largo de los últimos años se ha producido una verdadera revolución en la cocina de numerosos restaurantes, una revolución basada en la ciencia. Se han modificado metodologías clásicas mediante la introducción de aspectos más propios de un laboratorio de química: precisión en la medición de masas, volúmenes, temperaturas y tiempos, control de parámetros de operación, búsqueda y utilización de nuevos productos e introducción de nuevas técnicas operativas. Todo ello, junto con la escrupulosa redacción de las recetas en forma de fichas técnicas exhaustivas, busca la reproducibilidad de las preparaciones culinarias y su difusión a la sociedad en la forma exacta.

La implicación de científicos en cuestiones culinarias empezó hace largo tiempo. Pensemos en el invento del físico estadounidense Benjamin Thomson, futuro conde de Rumford, quien en 1804 propuso la tortilla noruega, denominada también pastel de Alaska o tortilla sorpresa, como ejemplo del uso de una espuma a modo de aislante térmico. Dicha preparación consiste en un helado sobre un bizcocho, envuelto en merengue y todo ello gratinado: caliente en la superficie, helado en el interior. Pero suele fijarse el inicio de la luna de miel entre científicos y cocineros en la colaboración entre Nicholas Kurti, de la Universidad de Oxford, y Elizabeth Cawdry Thomas, profesora

de cocina, en un programa televisivo que la BBC viene emitiendo desde 1969.

Unos años más tarde, en 1992, con la participación de Kurti, Harold McGee, escritor especializado en gastronomía, y Hervé This, del Instituto Nacional de Investigación Agronómica francés, se celebra en el Centro Ettore Majorana en Erice, Sicilia, el primer Taller internacional sobre gastronomía molecular y física. El evento, centrado en la comprensión de los fenómenos físicos y químicos involucrados en el hecho culinario, se celebró cada año hasta 2004. De ahí surgió el movimiento Gastronomía Molecular, cuyo objetivo último es aplicar el conocimiento científico a las preparaciones gastronómicas con el fin de llegar a la perfección en su preparación. Esta corriente inundó numerosas cocinas al final del siglo XX y principios del presente siglo, pero la avalancha de optimismo que generó topó con ciertas limitaciones, debidas a la ausencia de diálogo entre científicos y cocineros, que frenaron su progreso.

No puede imaginarse la cocina como un laboratorio que trabaja con sustancias de composición conocida, sino más bien como uno que trabaja con materiales compuestos de gran complejidad. En la cocina se hallan especies químicas casi puras, como el agua (H_2O), la sal (cloruro de sodio, $NaCl$), el azúcar refinado (sacarosa, $C_{12}H_{22}O_{11}$) o el bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$). Encontramos también mezclas simples como los aceites y grasas (mezclas de triglicéridos), el vino y el vinagre (disoluciones acuosas de etanol, CH_3-CH_2OH , y ácido acético, CH_3COOH , con otros muchos componentes minoritarios). Pero otras sustancias en apariencia sencillas, aún sin formar parte de estructuras anatómicas o celulares, entrañan gran complejidad. Nos referimos, sobre todo, a sistemas dispersos o dispersiones coloidales comestibles. Pensemos en la leche, una emulsión formada por

Criogenización: Al poner aceite de oliva en contacto con un medio a temperaturas ultrabajas se obtienen formas y texturas que guardan semejanza con las palomitas de maíz.



EN SÍNTESIS

La gastronomía molecular ahonda en la comprensión de los fenómenos físico-químicos implicados en la actividad culinaria.

Esta nueva disciplina ha propiciado una fructífera colaboración entre cocineros y científicos interesados en la cocina, que ha cosechado avances notables en el panorama gastronómico del siglo XXI.

Diversas ideas y procedimientos derivados de la investigación gastronómico-científica se están aplicando a la mejora de la dieta para personas con intolerancias, alergias y otras restricciones alimentarias.

una disolución de azúcares (lactosa) que tiene emulsionadas gotas de grasas y mantiene en suspensión micelas de caseinato de calcio. O en la clara de huevo, que corresponde a un sol (coloide), una dispersión acuosa de proteínas globulares diversas que en conjunto denominamos albúminas. En la cocina se trabaja también con productos resultantes de la trituración de determinadas partes de plantas, como harinas, féculas o especias en polvo, cuya descripción química suele ser muy compleja.

Pero la mayor parte de alimentos corresponden a organismos enteros (una sardina, un rábano) o a sus despieces (una pierna de cordero, una flor de calabacín). A su vez, se hallan estructurados en órganos, tejidos y células. Por fin, en la cocina hallamos también objetos culinarios no existentes en la naturaleza, obtenidos a partir de los productos anteriores mediante técnicas distintas (un fideo o una croqueta).

La composición química de los alimentos está lejos de ser conocida en su totalidad. Muchas de las moléculas constituyen-

tes, que a su vez forman parte de mezclas complejas, corresponden a estructuras de gran tamaño, como las macromoléculas del almidón o las proteínas. La mayoría no tiene una fórmula molecular definida; pueden presentarse en forma de mezclas de familias de sustancias. Un aceite natural, por ejemplo, corresponde a una mezcla de ésteres formados por combinación de la glicerina con ácidos grasos de toda la gama de longitudes de cadena, quizá con cadenas saturadas y otras insaturadas en el mismo triglicérido, y con isómeros de cadena. Por ello, conceptos simples como solubilidad o punto de fusión no tienen en muchos casos significado para productos de uso gastronómico. La química permite el análisis de las moléculas biológicas constitutivas del conjunto, pero es la biología molecular la que describe las estructuras biológicas, responsables en gran parte de su comportamiento, también del culinario.

La interacción fisicoquímica de sustancias y objetos culinarios entre ellos y con baños de cocción (agua, aceites o grasas a

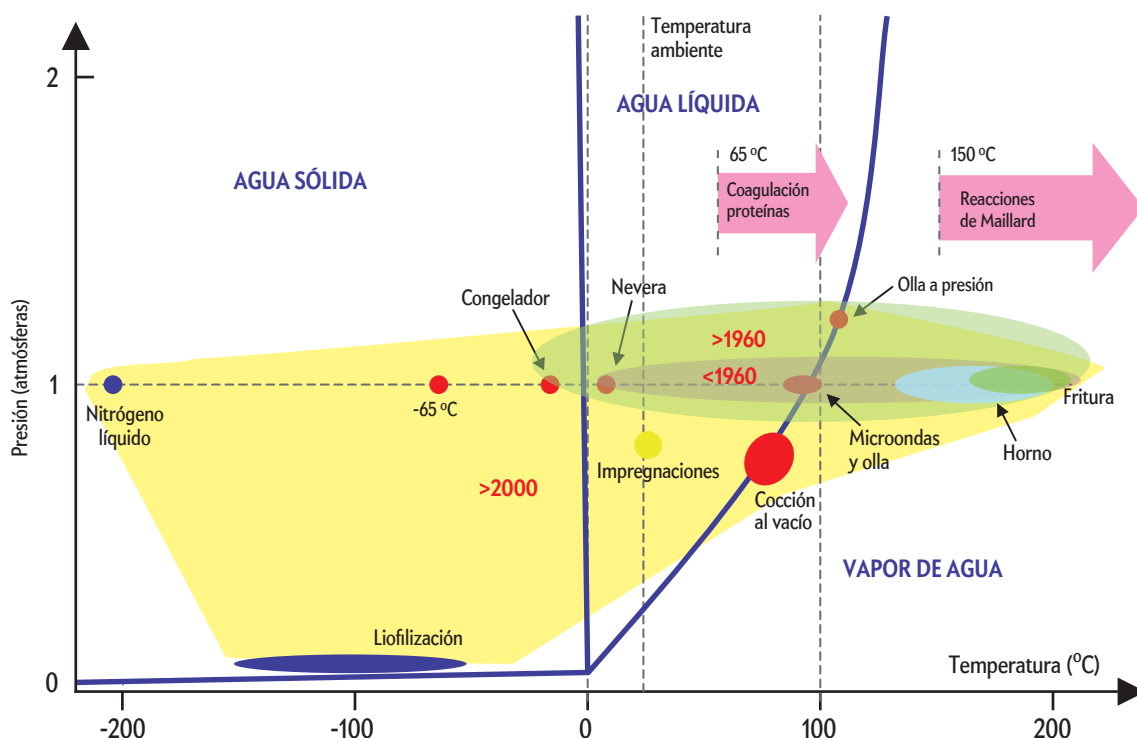
TEMPERATURA Y PRESIÓN

Diagrama de cocciones

En este diagrama se ubican las operaciones más habituales en las cocinas domésticas y del restaurante en función de la temperatura y presión de operación. Se indica también su evolución con los años. Las operaciones de hervir a presión ambiente, hornear, freír y conservar los alimentos en un entorno frío son clásicas y se vienen realizando desde hace miles de años. A partir de 1960 se introduce de forma masiva en la sociedad del bienestar occidental la congelación, la olla a presión y posteriormente el horno de microondas.

En fecha más reciente se han desarrollado operaciones culinarias que no han llegado todavía de forma masiva a restaurantes y domicilios —algunas quizá no lo hagan nunca—, pero que cada día son más utilizadas en todo el mundo. En particular, las operaciones que configuran la cocina al vacío: cocciones a baja temperatura y presión, e impregnaciones. Se van introduciendo procesos criogénicos como las congelaciones a baja temperatura ($-65\text{ }^{\circ}\text{C}$) y la utilización del nitrógeno líquido a presión ambiental ($-196\text{ }^{\circ}\text{C}$). También se ha usado la liofilización. Asimismo, siguiendo a la industria alimentaria, empieza a aplicarse la técnica de las altas presiones para preservar productos y elaboraciones sin recurrir al calor.

El diagrama de fases del agua (líneas azules) informa sobre el estado físico de la materia en cada punto. Dado que los alimentos contienen muy poca cantidad de agua libre, las ubicaciones de los puntos son solo aproximadas (un guisante fresco no congelará a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ por el hecho de contener cierto porcentaje de agua; lo hará a una temperatura inferior, puesto que el agua se halla ligada al alimento).



CORTESÍA DE LOS AUTORES

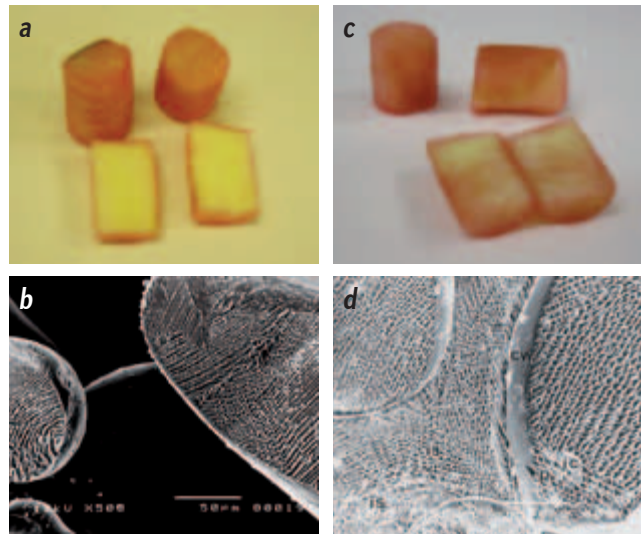
altas temperaturas) es muy compleja y en numerosos casos impredecible. La desnaturalización de las proteínas de los alimentos tiene lugar en una franja de temperaturas que depende de la proteína y el medio. Las reacciones químicas (caramelizaciones y, sobre todo, las de Maillard entre azúcares reductores y aminoácidos) generan nuevas moléculas que confieren color, olor y sabor a las cocciones, pero son procesos de gran complejidad y de difícil seguimiento. El entramado de reacciones que los componen no se conocen en detalle; además, cambios en la temperatura, el tiempo o el grado de mezcla de los componentes pueden hacer variar los productos finales. Añádase a ello que los procesos de cocción, excepto en el horno de microondas, suelen calentar del exterior al interior de la pieza. Se crea así un perfil de temperaturas, y también un gradiente de concentraciones, en el interior del alimento, que dependerá de la temperatura del baño exterior, la potencia de calefacción, el tamaño y geometría del alimento, y de cómo se modifican sus propiedades físicas y químicas (conductividad térmica, entre otras) al cambiar la composición.

Un aspecto no menor añade complejidad al diálogo entre ciencia y cocina. Los especialistas en la materia culinaria, los cocineros, han tenido una formación científica muy baja o nula. Además, a lo largo del tiempo se ha creado un argot técnico culinario que coincide con el vocabulario científico en los términos, pero no en el significado de los mismos. Para un científico, una emulsión es un sistema disperso constituido por una fase líquida aceitosa dispersa en una fase continua acuosa, o viceversa. Para un cocinero, en cambio, es un concepto más genérico que se extiende a todas las suspensiones y sistemas dispersos con una textura cremosa «de emulsión»; sin embargo, no incluye en esta categoría emulsiones como la leche.

La irrupción de grandes cocineros con intereses por la ciencia y por aplicar ideas de otras disciplinas a su profesión ha hecho posible a lo largo de los últimos años que poco a poco se vayan rompiendo las barreras de incomprensión mutua. Nos referimos, entre otros, a Ferran Adrià, Joan Roca, Heston Blumenthal, Andoni Aduriz, Carme Ruscalleda, Willy Dufresne, Grant Achatz, Quique Dacosta y Dani García. Se está produciendo una simbiosis entre la ciencia y la cocina de consecuencias todavía difíciles de valorar. No se trata ya de que la ciencia ilustre lo que ocurre al preparar un determinado plato clásico, sino que ofrezca recursos al cocinero para desarrollar nuevas técnicas y preparaciones.

LAS OPERACIONES CULINARIAS

Cualquier actividad culinaria se basa en utilizar unas materias primas procedentes de la naturaleza y procesarlas mediante distintas operaciones. En ocasiones, se genera un nuevo objeto que antes no existía. La industria de proceso suele distinguir las operaciones de logística (acopio y movimiento de materiales y productos) de las de procesado. En la ingeniería química, que es una ingeniería de procesos, se clasifican las operaciones en función de cuál sea la referencia más relevante en que se basan. Hablamos, pues, de operaciones de transporte de cantidad de movimiento (circulación de fluidos por tuberías, filtración); de transmisión de calor (calefacción de fluidos, evaporación); y de transferencia de materia (destilación, extracción líquido-líquido). Se cuenta, además, con la operación unitaria química, que es la que estudia las reacciones. Tal clasificación resulta válida también para otros campos, en particular la ciencia y tecnología de los alimentos. La mayor parte de operaciones pueden llevarse a cabo en forma continua o discontinua, según el



Impregnación: Debido a la estructura porosa de la fruta, cuando se macera según la técnica tradicional (a) quedan espacios vacíos (negro en b); ello causa ablandamientos, deshidrataciones y la consiguiente pérdida de turgencia. En cambio, si antes se hace el vacío, el aire que contienen los poros se expande y sale. Cuando se sumerge luego el producto en un líquido, este impregna los poros (c); al no quedar espacios libres (d), se conserva la textura.

tipo de proceso y caudales. En las cocinas domésticas y los restaurantes, todas las operaciones se desarrollan en discontinuo. Una clasificación práctica de las operaciones culinarias se basa en distinguir su naturaleza, operaciones físicas o químicas, y forma de operación, en frío o en caliente.

COCCIÓN AL VACÍO Y A BAJAS TEMPERATURAS

El término *cocción* significa, para el cocinero, la modificación de un alimento mediante su tratamiento a temperaturas superiores a la ambiente (hamburguesa a la plancha) o mediante un baño que modifica sus propiedades (boquerones en vinagre). En ambos procesos se provoca la desnaturalización de las proteínas del alimento, por el calor o la acidez del medio. Además, en la cocción a temperaturas elevadas se dan las reacciones de Maillard, que modifican el color, olor y sabor del alimento de forma más pronunciada. En este artículo el término *cocción* se referirá solo a la primera acepción: tratamiento térmico a temperatura superior a la ambiente.

La «cocción a baja temperatura» se lleva a cabo a temperaturas inferiores a las de los métodos clásicos. Las cocciones clásicas en un medio acuoso suelen producirse por ebullición, que tiene lugar a presión atmosférica a temperaturas algo superiores a la del punto de ebullición del agua, debido al efecto ebulloscópico generado por la presencia en el agua de sales y otros componentes disueltos. En las ollas a presión, la temperatura de cocción es superior; puede llegar a los 120 °C. Las cocciones en baños de aceite (frituras) tienen lugar a temperaturas muy superiores, hasta los 190 °C o más, según el aceite empleado.

La cocción a baja temperatura pretende llegar a la temperatura de desnaturalización de las proteínas, pero sin que tengan lugar las reacciones de Maillard (entre 50 y 100 °C). Esta cocción se denomina también cocción al vacío porque suele practicarse con el alimento crudo introducido en una bolsa de plástico termorresistente en ausencia total o parcial de aire (por de-

bajo de 50 milibares). El alimento puede estar seco o llevar consigo algún tipo de líquido de cocción para modificar su sabor. La cocción suele llevarse a cabo en un baño de agua termostatzado o Roner; asimismo, puede usarse un horno de vapor con control de temperatura [véase «Cocina al vacío», por Pere Castells; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, marzo de 2010].

Un aparato alternativo al Roner es la Gastrovac, que al producir un vacío continuo ofrece una nueva perspectiva. Fue desarrollado por los cocineros Javier Andrés y Sergio Torres, junto con Puri García y Javier Martínez, de la Universidad Politécnica de Valencia. Se trata de una olla conectada a una bomba de vacío, con calefacción y control de la temperatura, que permite trabajar en condiciones de ebullición con el alimento sumergido en un líquido y a temperaturas inferiores a la de ebullición del agua. Las presiones a las que se puede trabajar llegan a unos 20 kilopascales (un 20 por ciento de la presión atmosférica normal); a dicha presión, el agua hierve a 60 °C. También permite freír a temperatura baja, alrededor de 90 °C (las frituras tradicionales suelen realizarse a 160 °C como mínimo).

La impregnación, o efecto esponja, es una técnica que pretende la penetración profunda de líquidos en un sólido poroso. Se basa en el hecho de que la mayoría de los alimentos tienen poros, ocupados por aire. Cuando el alimento se somete al vacío, se retira buena parte de ese aire. Si se sumerge entonces en un líquido, cuando se vuelve a instaurar la presión atmosférica el líquido ocupa los poros vacíos e impregna el sólido. Este proceso se lleva a cabo a temperatura ambiente; puede realizarse en la Gastrovac, en la máquina de vacío o en un rotavapor —aparato que presentaremos en el siguiente apartado—. La técnica del vacío también se ha utilizado en la cocina, si bien de forma minoritaria, para acelerar la filtración.

DESTILAR AL VACÍO

La técnica de la destilación al vacío, muy utilizada en los laboratorios químicos, se ha introducido con éxito en los restaurantes de la mano de Joan Roca en el Celler de Can Roca. Se basa en la aplicación del rotavapor, un aparato que destila en rotación acoplado a una bomba de vacío (su versión culinaria corresponde al Rotaval). El vacío continuo hace que la ebullición se produzca a temperaturas inferiores a las que tiene lugar a presión atmosférica. A temperaturas bajas y a muy bajas presiones se obtiene un vapor destilado que, posteriormente condensado, concentra los componentes más volátiles del producto original, entre ellos buena parte de sus aromas frescos. Ello permite extraer sustancias aromáticas sin que estas se degraden por la acción del calor [véase «La destilación llega a la cocina», por Pere Castells; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, junio de 2011].

COCINAR CON NITRÓGENO LÍQUIDO

Ya hace muchos años que se pensó en aplicar la refrigeración criogénica a la cocina [véase «Química y física de la cocina», por Nicolas Kurti y Hervé This; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, junio de 1994]. Sin embargo, el uso culinario del nitrógeno líquido no pasó de anécdota. A principios del siglo XXI, Heston Blumenthal empezó a utilizarlo en su restaurante The Fat Duck. Los comensales podían degustar platos como el «té nitro-verde y *mousse* de lima», tras presenciar el espectacular final de la elaboración, que se realizaba en la propia sala. La emergente cocina española recogió el testigo: en 2003, Ferran Adrià y Dani García empezaron a desarrollar sus preparaciones, hoy ya consolidadas.

Las dificultades que entraña el uso culinario del nitrógeno líquido, los problemas de suministro y la presencia del parásito anisakis en los pescados han provocado la introducción en las cocinas de técnicas industriales de frío utilizadas para mantener temperaturas más bajas que las de los congeladores domésticos, que no llegan a menos de -30 °C. El congelador de -65 °C utilizado ya en laboratorios para conservar productos especiales, y que funciona simplemente mediante el suministro eléctrico, ya está llegando a las cocinas; a tan baja temperatura pueden congelarse incluso destilados alcohólicos.

LA LIOFILIZACIÓN

La liofilización corresponde a una operación unitaria de transferencia simultánea de calor y materia. Consiste en la vaporización del contenido de agua de una sustancia por sublimación, directamente de fase sólida a fase vapor. Se requiere para ello que la sustancia esté congelada y que el entorno tenga una presión de vapor de agua muy reducida. Se trabaja a temperaturas muy bajas, con una suave calefacción al vacío y posterior condensación del vapor de agua obtenido. Se consiguen productos muy secos, de volumen parecido al del producto fresco, pero cuya masa se ha reducido de forma notable. Se trata de una técnica común en la industria farmacéutica y también en determinadas aplicaciones alimentarias, como la preparación de cafés solubles y alimentos desecados para expediciones o misiones espaciales. La reconstitución del alimento requiere solo su mezcla con agua.

Desde el punto de vista culinario, las bajas temperaturas evitan alteraciones en el producto y también pérdidas de componentes volátiles, con lo que se conservan gustos y aromas. El equipo consta de un sistema de frío, un secadero de bandejas al vacío con calefacción eléctrica, un sistema de condensación y una unidad de generación de vacío. Dado el coste del equipo y las dificultades técnicas de su aplicación culinaria, es probable que la liofilización no se implante en las cocinas y prosiga su desarrollo solo en la industria alimentaria.

TEXTURAS CULINARIAS

El término *textura*, muy usado por los cocineros, no tiene una definición única. Se refiere a la sensación global percibida al ingerir un alimento, resultado de la integración de las diversas percepciones de los receptores sensoriales, especialmente los del tacto.

Existe un sinnúmero de texturas. Tantas o más que tipos de alimentos. Numerosas denominaciones descriptivas de los alimentos corresponden a texturas: harinoso, fibroso, *fondant*, gelatinoso, jugoso... La clasificación de texturas según la Asociación Española de Normalización y Certificación incluye 40 descriptores, cla-

Liofilización: La aplicación culinaria de esta técnica ha permitido obtener nuevas texturas como esta espuma seca de pistacho.



sificados en once atributos (dureza, adherencia, estructura y carácter graso, entre otros), que, a su vez, derivan de tres tipos de propiedades (mecánicas, geométricas y de superficie). La determinación precisa de las texturas se realiza mediante máquinas de ensayos mecánicos (texturómetros o reómetros), y pruebas organolépticas con voluntarios o bocas artificiales calibradas.

Todo restaurador persigue la obtención de texturas específicas o la modificación de las texturas de un alimento para cambiar nuestra percepción del mismo. Para ello se han seguido distintas vías de trabajo, entre las que destaca el uso de sustancias que modifican las propiedades físicas de los alimentos y, sobre todo, sus características mecánicas relacionadas con la deformación y el flujo (viscosidad, fragilidad, elasticidad, plasticidad, modificación con la temperatura, etcétera). Son las denominadas —con cierta imprecisión científica— sustancias texturizantes. (Cabe destacar la imposibilidad de erradicar del lenguaje común el uso del término *densidad* para referirse a la propiedad que en lenguaje científico se conoce como *viscosidad*.)

La utilización de texturizantes en la cocina se remonta a tiempos inmemoriales. Según la región, se han utilizado harinas, almidones, gelatina, agar-agar, carragenatos y otros muchos. En los últimos años se ha desarrollado en el ámbito culinario el estudio sistemático de texturizantes, entre los cuales los hidrocoloides y emulsionantes desempeñan un papel principal. La industria de materias primas alimentarias ha puesto a disposición de los restauradores una gran variedad de extractos de productos con propiedades gelificantes y espesantes. En las sociedades occidentales, en la cocina se usaba a modo de gelificante la gelatina obtenida de la cola de pescado; a modo de espesantes, los almidones. Solo en algunos casos, como en mermeladas, confituras y jaleas, se utilizaban pectinas. En Oriente, el agar-agar viene utilizándose desde hace tiempo, sobre todo para la producción de pastas.

En 1998 el restaurante El Bulli comenzó a utilizar agar-agar para la obtención de gelatinas calientes, que presentaban diferencias notables en textura y propiedades físicas con las gelatinas derivadas de la cola de pescado. A principios de este siglo, Heston Blumenthal se decantó por la goma gellan (polisacárido producido por la bacteria *Pseudomonas alodea*); Willy Dufresne, en cambio, por la metilcelulosa. Pero es el año 2003 el que marca el nacimiento de una revolución culinaria, al desarrollar El Bulli sus técnicas de «esferificación», basadas en el uso del alginato de sodio a modo de gelificante parcial.

También a principios del siglo XXI el uso de emulsionantes con propiedades espumantes da lugar a lo que en cocina se han denominado *aires*, que no son más que espumas, sistemas dispersos con un contenido de aire muy elevado, producidos con la ayuda de agitadores en la interfase gas-líquido. Los emulsionantes permiten mantener una mezcla de dos o más componentes no miscibles (agua y aceite) durante un largo período de tiempo porque reducen la tensión superficial. Ello se debe a su naturaleza anfipática: poseen una parte soluble en agua (hidrófila) y una parte soluble en grasa (hidrófoba o lipófila). En la cocina se han utilizado estos productos también a modo de espumantes (pensemos en la espuma-aire de zanahoria que protagonizó la portada del *New York Times Magazine* en agosto de 2003).

A principios de 2004 se produce la gran explosión de los texturizantes. Además de los diferentes gelificantes ya mencionados, emerge la xantana, un espesante que, a diferencia de la harina y los almidones, puede actuar en frío. Su facilidad de utilización la convierte rápidamente en un gran recurso a la hora de elaborar texturas insólitas. Además de espesar, posee propie-



Emulsionantes: La función emulsionante de la lecitina permite obtener espumas a partir de muestras acuosas.

dades gelificantes suaves que han permitido mantener suspendidas en el seno del líquido pequeñas partículas sólidas visibles a simple vista, que no sedimentan debido a la elasticidad del líquido débilmente gelificado (efecto suspensor).

El gelificante clásico en la cocina occidental ha sido durante largo tiempo la gelatina de cola de pescado (obtenida en realidad de pieles y otros tejidos del ganado vacuno y porcino) y la pectina (derivada de frutas) para mermeladas, confituras y jaleas. Pero las cosas han cambiado. En el año 2000 se produjo una crisis de seguridad alimentaria que en apariencia nada tenía que ver con los gelificantes: se supuso que diversos casos de síndrome de Creutzfeldt-Jakob podían derivar de casos de encefalopatía espongiiforme bovina (enfermedad de las vacas locas). Este síndrome se relacionó rápidamente con el uso de la gelatina que se venía obteniendo de las vacas, por lo que el procedimiento se descartó de inmediato. Toda la gelatina pasó a obtenerse únicamente del cerdo. Sin embargo, dado que la venta de productos gelificados con gelatina de cerdo no era posible en los países musulmanes, se buscaron otras alternativas de origen vegetal. Así, comenzaron a potenciarse y popularizarse el agar-agar, los carragenatos, los derivados de celulosa, la goma gellan y también el alginato.

ESFERIFICACIONES

La esferificación consiste en la transformación de un alimento en esferas líquidas. Mediante la gelificación de la interfase entre dos sustancias, se obtiene una vesícula, o esfera, gelificada en la superficie y líquida por dentro. La preparación obtenida es esférica porque esta es la forma que permite minimizar el área de la interfase entre los dos líquidos y, por tanto, la energía del sistema [véase «La esferificación», por Pere Castellés; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, abril de 2008].

Desde el punto de vista culinario, la esferificación representa un salto adelante en las técnicas utilizadas en líquidos, ya que nos permite tener dos texturas: líquida en el interior y casi sólida (gelificada) en el exterior. Incluso pueden introducirse gases en la esfera, de modo que se obtiene una preparación con los tres estados básicos de la materia.

El primer y principal agente gelificador de las esferificaciones han sido los alginatos. El ácido algínico y los alginatos son productos ampliamente extendidos en la industria alimentaria;

Esferas líquidas

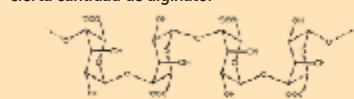
Una de las aplicaciones culinarias más revolucionarias de los gelificantes corresponde a la esferificación: la transformación de un alimento en esferas líquidas. La técnica se basa en producir la gelificación de la interfase entre dos sustancias, de modo que se obtiene una vesícula gelificada en la superficie y líquida por dentro. El gelificante más utilizado es el alginato.

El proceso varía ligeramente en función de la composición del alimento que se quiere esferificar. A los líquidos acuosos que no contienen calcio o no son ácidos se les puede aplicar el procedi-

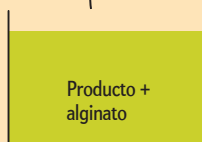
miento estándar (esferificación básica). Pero este proceso tiene un inconveniente: acaba gelificando todo el interior. Para evitar la gelificación total de la esfera puede permutarse el orden de aplicación de los reactivos, de modo que los iones de calcio se hallarán en el interior de la esfera y el alginato en el baño exterior (esferificación inversa); este método es aplicable a líquidos acuosos, incluidos los lácteos y los ácidos. Los líquidos grasos deben primero envolverse en una capa acuosa que admita la disolución de los reactivos (encapsulación).

ESFERIFICACIÓN BÁSICA: para ciertos líquidos acuosos (evoluciona con el tiempo, por lo que debe frenarse su avance)

1. Se disuelve en el producto alimentario cierta cantidad de alginato.



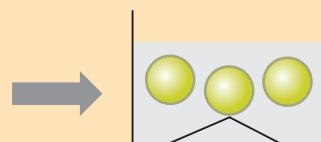
Alginato



2. Se sumerge cierto volumen de la mezcla en un baño acuoso con sales de calcio.



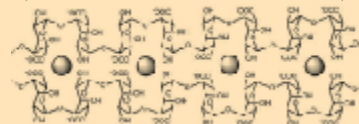
3. Se forma una vesícula líquida por dentro y gelificada en la superficie; el grosor de la membrana es proporcional al tiempo de reacción en el baño.



Alginato de calcio

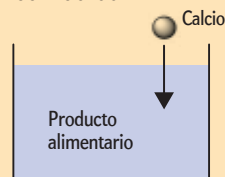
MEMBRANA GELIFICADA

En la superficie de las esferas se crea una estructura de tipo «huevo» con dos capas «onduladas» de gelificante que encierran una hilera de átomos de calcio (bolas).

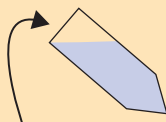
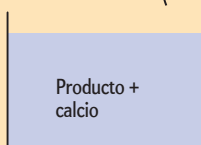


ESFERIFICACIÓN INVERSA: para todos los líquidos acuosos (no evoluciona con el tiempo)

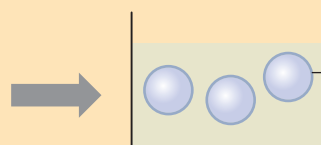
1. Se disuelve en el producto alimentario cierta cantidad de sal de calcio.



2. Se sumerge cierto volumen de la mezcla en un baño con alginato.



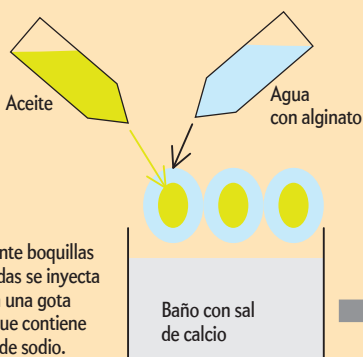
3. Se forma una vesícula líquida por dentro y gelificada en la superficie.



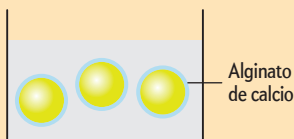
Alginato de calcio

ENCAPSULACIÓN: para líquidos grasos

1. Mediante boquillas controladas se inyecta aceite en una gota acuosa que contiene alginato de sodio.



2. Al penetrar la gota acuosa con aceite en un baño de sales de calcio se produce la esferificación básica. El aceite queda encapsulado en una membrana de alginato de calcio.



«Caviar» de aceite



Texturizantes: El gelificante agar-agar permite preparar tortilla de patatas sin huevo y otros platos apetitosos para personas con intolerancias alimentarias.

se emplean a modo de gelificantes, espesantes o estabilizantes. Su rapidez en la gelificación, el hecho de no necesitar calor ni cambios bruscos de temperatura y su fácil disolución los convierten en un gran recurso para la industria alimentaria. Los alginatos se elaboran a partir de algas pardas deshidratadas. El alginato de sodio es una sal sódica de un hidrato de carbono de tipo fibroso extraído de algas *Macrocystis*, *Fucus* o *Laminaria ascopillum*.

La esferificación básica corresponde a la formación de una membrana de alginato de calcio debido a la introducción de una solución de alimento y alginato en un baño acuoso con sal de calcio. Sin embargo, este procedimiento no es aplicable a todos los alimentos. Con el objetivo de ampliar el espectro de productos «esferificables», la técnica se ha ido refinando y modificando.

Si el alimento es ácido, en la interfase no se forma una membrana de alginato de calcio, sino que se obtiene ácido algínico. La función correcta del alginato exige unas condiciones de trabajo neutras o poco ácidas (*pH* superior a 5). Para reducir la acidez puede añadirse citrato de sodio, que es de muy fácil disolución y actúa de manera casi instantánea. Con todo, resulta poco útil en ingredientes muy ácidos (zumo de cítricos o piña).

En los productos lácteos la dificultad es otra. Al tener estos una elevada proporción de calcio, gelifican al mínimo contacto con el alginato, por lo que el proceso se descontrola. La solución a este problema llegó en 2005 con el desarrollo de la esferificación inversa, que se basa en disolver primero la sal de calcio en el producto lácteo y luego sumergir la mezcla en un baño con alginato.

Pero aparece entonces otro problema: el sabor de la sal de calcio, que se nota demasiado en la preparación. Una posible estrategia: utilizar una mezcla de gluconato de calcio y lactato de calcio (gluconolactato de calcio). Sin embargo, dado que la viscosidad de la solución de agua con alginato de sodio es superior a la de la mezcla acuosa con calcio, la esferificación no se produce adecuadamente. La solución es, pues, aumentar la viscosidad del producto con calcio, lo que se logra con un espesante como la goma xantana.

En 2006, la esferificación se extendió también a los aceites mediante la técnica de encapsulación. Primero, un sistema de boquillas controladas inyecta aceite en una gota que contiene alginato de sodio. Luego, se sumerge la gota de agua con aceite en un baño con sales de calcio, donde tiene lugar la esferificación clásica. El resultado: una gota de aceite encapsulada en una membrana de alginato de calcio. Este año han empezado a comercializarse encapsulados de aceite.

MEJORAR LA DIETA

Los nuevos conocimientos sobre «texturizantes» culinarios se están aplicando, sobre todo, en el campo de la dietética. Estos productos se utilizan para el diseño de dietas especiales para hospitales y escuelas, que a menudo deben atender las necesidades alimentarias de personas con intolerancias y alergias.

Esos nuevos ingredientes permiten preparar una tortilla de patatas sin huevo. ¿Cómo se logra la textura deseada? Con un gelificante, el agar-agar. Del color y parte del sabor se encarga el azafrán. Por su parecido visual y organoléptico con una auténtica



tortilla española, esta elaboración resulta idónea para personas intolerantes al huevo o con trastornos metabólicos como la fenilcetonuria, que no permite la ingesta de fenilalanina, un aminoácido.

Las nuevas técnicas permiten preparar también elaboraciones a base de frutas y verduras apetecibles para los más pequeños. Ello contribuye a la mejora de sus hábitos alimentarios y a la prevención de posibles casos de obesidad. La Fundación Alicia está llevando a cabo varios proyectos con estos objetivos.

Otro ejemplo representativo corresponde a la xantana, una goma que por su grado de elasticidad resulta especialmente indicada para la obtención de texturas para disfágicos. Estas personas tienen problemas de deglución debidos a la edad avanzada o como consecuencia de determinados tipos de cáncer.

La aplicación de principios científicos en la cocina acaba de empezar. En poco tiempo se han revolucionado los instrumentos, las técnicas y las preparaciones y productos. Da la impresión —salvando las distancias— de que la cocina científica se encuentra en una situación análoga a la industria del petróleo de principios del siglo xx. Unas materias primas como el petróleo o el carbón, hasta entonces usadas como fuente de combustibles con una somera separación, permitieron desarrollar a lo largo del siglo industrias tan variadas como la carboquímica y la petroquímica, con infinidad de nuevos productos, algunos artificiales. Del mismo modo, el uso juicioso de operaciones de procesado y reacciones químicas controladas podrían permitir la obtención de una gran variedad de nuevas preparaciones, con nuevos sabores y nuevas texturas a partir de las materias primas culinarias hoy conocidas y otras nuevas aún desconocidas o poco valoradas hasta hoy.

PARA SABER MÁS

Tratado elemental de cocina. Hervé This. Acribia; Zaragoza, 2002.

La ciencia y los fogones de la cocina molecular italiana. D. Cassi y E. Bocchia. Ediciones Trea; Gijón, 2005.

La cocina y los alimentos. H. McGee. Random House Mondadori; Barcelona, 2007.

Molecular gastronomy: a food fad or science supporting innovative cuisine? César Vega y Job Ubbink en *Trends in Food Science & Technology*, vol. 19, págs. 372-382, 2008.

Manual de gastronomía molecular. Mariana Koppmann. Siglo XXI Editores; Buenos Aires, 2009.

A new research platform to contribute to the pleasure of eating and healthy food behaviors through academic and applied food and hospitality research. Agnès Giboreau y Hervé Fleury en *Food Quality and Preference*, vol. 20, págs. 533-536, 2009.

Stability of sous-vide cooked salmon loins processed by high pressure. Pierre A. Picouet et al. en *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, vol. 12, págs. 26-31, 2011.