

## GASTRONOMÍA MOLECULAR. EL GUSTO POR LA QUÍMICA

*M<sup>a</sup> del Pilar Villar Navarro*

*Doctora en Ciencias Químicas por la Universidad de Sevilla.*

Uno de mis primeros días de clase, Sarai me dijo: “la Química no tiene sentimientos”. Sin embargo, lo que sentimos es Química. El sabor amargo de la quinina, el nostálgico olor de las bolitas de alcanfor en el armario, la blancura reluciente de las sábanas tendidas al sol, el suave tacto de una efímera pompa de jabón, el sonido mágico al descorchar una botella de champán. Aunque nuestros cinco sentidos perciben “química” no tenemos conciencia de la química como algo cercano.

Lo que nos rodea es química, y como parece que no conquista muchos corazones, intentaremos que conquiste algunos estómagos. Para ello, hablaremos de la “gastronomía molecular” o “cocina molecular”, de gran auge en los últimos años. Pensemos sino en los afamados chefs y restaurantes que se han hecho eco de esta nueva tendencia culinaria: Ferrán Adriá (Restaurante “El Bulli”, Gerona) Pierre Gagnaire (Restaurantes “Pierre Gagnaire”, París, Londres, Tokio), Michel Bras (Restaurante Aubrac, Laguiole), Wylie Dufresne (Restaurante: WD-50, Nueva York). Aunque tampoco está exenta de polémica, basta recordar las declaraciones realizadas por el chef Santi Santamaría (3 estrella Michelin en su restaurante El Racò, Barcelona) quien repudia completamente la aplicación de la cocina molecular.

Lo que no cabe duda hoy en día, es que ésta es una disciplina considerablemente desarrollada, hasta el punto de que actualmente contribuye a forjar la enseñanza de las técnicas culinarias en Francia y en otros países. Dentro del mundo culinario también se va imponiendo, y de hecho estuvo representada en los últimos congresos mundiales de cocina. Pero, ¿qué es la gastronomía molecular?

La gastronomía molecular es la aplicación de la ciencia a la práctica culinaria y más concretamente al fenómeno gastronómico. El término fue acuñado por el químico francés Hervé This y por el físico húngaro Nicholas Kurti.

Hervé This es un químico molecular del Instituto Nacional de Investigación Agrónoma en Francia. Nicholas Kurti, por su parte, fue profesor en la prestigiosa Universidad de Oxford. Estos científicos se cuestionaron por qué casi todos los ámbitos de la naturaleza tienen su respectiva disciplina científica, y la gastronomía no. Así, en 1988 introdujeron un novedoso concepto: “gastronomía molecular”, definida por ellos mismos como “la ciencia dedicada a desentrañar los procesos científicos que esconde el trabajo diario en la cocina”.

La gastronomía molecular, tiene relación con las propiedades físico-químicas de los alimentos y los procesos tecnológicos a los que éstos se someten, como son el batido, la gelificación o el aumento de la viscosidad, por mencionar solo algunos. Pero la química siempre ha estado presente en la gastronomía. Veamos algunos ejemplos:

El ahumado de la carne como método de preservación ya se practicaba en el antiguo Egipto. El fin principal es la conservación del producto debido a la acción secante y bactericida del humo. Los componentes del humo: creosota, formaldehído, fenoles, ácidos acético y piroleñoso, etc., inhiben las bacterias y la oxidación de las grasas. Además los cambios en aspecto, color, olor y sabor son muy agradables. Algunos autores opinan que es mayor la acción preservativa de la deshidratación por el calentamiento que la debida a los conservadores químicos que contiene el humo. Con todo, es muy probable que haya un efecto combinado. Tanto el calor del tratamiento como la acción de los compuestos químicos del humo coagulan las proteínas exteriores.

Otro ejemplo lo tenemos en el salado de los alimentos. Desde hace muchos siglos se ha acostumbrado "salar" las carnes para lograr que duren más tiempo sin descomponerse. La función del "salado" es compleja. En una primera etapa, sirve para deshidratar la carne. El fenómeno de la ósmosis permite extraer el agua del interior de las células con lo que se prolonga la conservación de los alimentos. Por otro lado los microorganismos no pueden sobrevivir en una solución cuya concentración salina es de 30 a 40% en peso, pues la ósmosis tiende a igualar las concentraciones de las soluciones en ambos lados de una membrana. Las bacterias y microorganismos pueden contener 80% de agua en sus células, así si se colocan en una salmuera o en almíbar, cuya concentración es mayor, el agua pasa de la célula a la salmuera provocándose la muerte de los microorganismos. Gracias al salado de los alimentos podemos disfrutar de uno de los productos "estrellas" de Andalucía, el jamón.

El origen de los refrescos gaseosos, por otra parte, se remonta a los antiguos griegos, quienes ya apreciaban las aguas minerales por sus propiedades medicinales y refrescantes. En 1767, Joseph Priestley encontró una manera de carbonatar el agua por medios artificiales sin imaginar los capitales efectos de su descubrimiento. En su método obtenía el dióxido de carbono  $\text{CO}_2$  haciendo reaccionar una sal sódica (generalmente bicarbonato de sodio) con un ácido, razón por la que aún se les llama "sodas" a los refrescos gaseosos.

Otro ejemplo, en la antigua Roma era bien sabido que la fermentación de los jugos vegetales podía llegar más allá del vino produciendo vinagre. Químicamente esto implica la oxidación del alcohol transformándose en ácido acético. Aparte de su uso culinario, el vinagre era importante por ser el ácido más fuerte de la antigüedad.

Finalmente, haremos una referencia a los habitantes "del otro lado del charco". Los incas, conservaban las patatas gracias a la liofilización, secado de los alimentos a baja presión y temperatura, condiciones que se daban en las altas cumbres de los Andes (Cuzco, capital del imperio, está rodeada de un circo de montañas de más de 3000 metros de altitud).

Pero la cocina molecular, como hemos dicho anteriormente, no significa únicamente la utilización de elementos químicos para lograr reacciones en los ingredientes. La cocina molecular significa también el estudio de los ingredientes naturales y las reacciones químicas que producen en el alimento.

Los alimentos son compuestos orgánicos (proteínas, hidratos de carbono, lípidos, vitaminas) y minerales, que cuando son sometidos a procesamiento son capaces de manifestar sus propiedades transformándose en espumas, emulsiones, geles u otras estructuras. Todo ello va a depender de los ingredientes que se seleccionen, las mezclas que se hagan entre ellos y las técnicas que se apliquen. Hablaremos brevemente de los componentes principales de los alimentos: hidratos

de carbono, proteínas y lípidos.

Los **hidratos de carbono** o carbohidratos son compuestos formados exclusivamente por carbono, hidrógeno y oxígeno. En este grupo se encuentran los azúcares, dextrinas, almidones, celulosas, hemicelulosas, pectinas y ciertas gomas. Algunos alimentos que contienen carbohidratos son el azúcar, las frutas, el pan, las pastas, el arroz, el centeno, las patatas, etc.

Uno de los carbohidratos más sencillos es el azúcar de seis carbonos llamado glucosa, que no es un azúcar sino varios azúcares con estructura anular. Las diferencias en la posición del oxígeno e hidrógeno en el anillo dan lugar a diferencias en la solubilidad, dulzura, velocidad de fermentación y otras propiedades de los azúcares. El azúcar de mesa, llamado sacarosa, está compuesto por dos de estos anillos.

Las **proteínas** están compuestas principalmente de carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno, en ocasiones con trazas de azufre, fósforo y otros elementos. Este grupo de macromoléculas forman parte de las enzimas, los anticuerpos, la sangre, la leche, la clara de huevo, etc. Son moléculas extraordinariamente complejas, que pueden perder su estructura por medio de agentes químicos o por medios físicos. A este cambio se le llama "desnaturalización". Así, al añadir alcohol a la clara de huevo ésta se coagula igual que al calentarla. La caseína, proteína contenida en la leche, se coagula en un medio ácido, por lo que bastan unas gotas de jugo de limón para cortar la leche. Los fenómenos anteriores resultan de cambios en la configuración de las proteínas constituyentes.

Otros ejemplos que podemos nombrar son el montar las claras "a punto de nieve", la realización de gelatinas o la fermentación de los quesos. Las soluciones de proteínas pueden formar películas y esto explica por qué la clara de huevo puede ser batida. La película formada retiene el aire, pero si uno la bate excesivamente la proteína se "desnaturaliza" y se rompe la película. La carne, junto con muchas otras proteínas, contiene colágeno, el cual, con la temperatura, se transforma en otra proteína más suave, soluble en agua caliente, la gelatina. Por otra parte, el añejamiento del queso implica una degradación proteica controlada.

Los **lípidos** o grasas por su parte, son, en general, sustancias insolubles en agua. La molécula típica de grasa es la de glicerina, mientras que la molécula básica de grasa está formada por tres ácidos grasos y una molécula de glicerina. Tan sólo hay unos 20 ácidos grasos diferentes que pueden ligarse a la glicerina, los cuales difieren en la longitud de sus cadenas de carbono y en el número de átomos de hidrógeno de las mismas. A medida que aumenta la longitud de la cadena de las grasas o bien su insaturación (dobles o triples enlaces en la cadena) disminuye su suavidad.

Un aceite no es sino grasa líquida a temperatura ambiente. En general las grasas se oxidan al estar expuestas al ambiente, esto es, se arrancian. En este proceso el hierro y el cobre de las ollas intervienen como catalizadores acelerando el arrancido. Ésta es una de las razones por la que se prefiere emplear recipientes de acero inoxidable o aluminio en las baterías de cocina.

Las grasas forman emulsiones con el agua (por ejemplo la leche o la crema) y el aire (por ejemplo el betún para pasteles).

**Otros componentes** de los alimentos son:

- Los ácidos orgánicos: entre los que podríamos citar el ácido cítrico presente en las naranjas y limones o el ácido tartárico en las uvas.
- Los conservantes: ejemplos de éstos son las vitaminas C (contenida en los

cítricos) y E (contenida en la leche, hígado de pescado, aceites vegetales) que actúan como antioxidantes.

- Las enzimas: intervienen, por ejemplo, en la fermentación alcohólica, en la que se produce  $\text{CO}_2$  (que se puede utilizar para esponjar el pan) y etanol (cerveza, vino).

- Los aditivos: se añaden a los alimentos con dos finalidades principales, mejorar su aspecto y prolongar su vida útil. Pueden ser conservantes, antioxidantes, acidulantes, neutralizadores, ajustadores iónicos, emulsificantes y estabilizadores, humectantes, agentes de maduración, agentes de blanqueo, saborizantes, edulcorantes, colorantes, etc. Por ejemplo, el ácido benzoico y sus sales de sodio y amonio figuran entre los agentes conservadores más usados. El papel morado con que se suelen envolver manzanas y peras se ha tratado con ácido benzoico a fin de conservarlas. Otro ejemplo, ahora de un neutralizador, la cal, fue ya nombrada por Shakespeare en la segunda parte de “Enrique IV”, quien menciona el uso de neutralizadores en el vino: Falstaff acusa al tabernero de haber echado cal al vino.

Visto todo lo anterior, analizaremos la aportación que la gastronomía molecular de This y Kurti a la milenaria práctica culinaria. Eso sí, teniendo en cuenta que hay que buscar unos objetivos inteligentes pues, parece demostrado que esta disciplina no va a conseguir que “comamos de la química ni de la física”. Pensemos sino en la desacertada propuesta de alimentarnos de pastillas nutritivas, que no ha obtenido ningún éxito. Una de las razones es debida a que la evolución biológica que progresivamente ha forjado la especie humana, la ha dotado de un aparato gustativo complejo, en los que los distintos tipos de receptores (olfativos, táctiles, gustativos, térmicos,...) tienen su función. Una pastilla nutritiva no podría, evidentemente, estimular los receptores como lo hacen los alimentos (aparte de tener que ingerir una gran cantidad de pastillas para satisfacer nuestras necesidades diarias de calorías).

Así, según This y Kurti, la aplicación de la química y la física a la cocina para llegar a unos resultados “científicos” (reproducibles), tiene que basarse en dos aspectos fundamentales: modelización de las recetas y pruebas experimentales.

La **modelización** se justifica al considerar que las recetas son protocolos imprecisos que no explican los fenómenos que se producen, sino que dejan al ejecutante en el desconcierto cuando los fenómenos observados difieren de los descritos o supuestos. Por tanto, la modelización de las recetas clásicas, al menos en una primera aproximación, facilita a la vez la transmisión y la innovación.

Planteemos una cuestión para explicar la modelización: ¿cómo determinar las cantidades respectivas de materia grasa, de harina y de agua en una masa *sablée*? Supongamos, en primer lugar, que la harina se compone de granos completamente esféricos, de radio igual a  $r$ . Empecemos calculando la proporción de harina y de manteca suponiendo que los granos se amontonan en la manteca y, para simplificar el cálculo, supondremos que este apilamiento es cúbico. Se obtienen entonces las proporciones considerando el volumen de una esfera y el volumen en el exterior de la esfera en el cubo circunscrito; es decir,  $4\pi r^3/3$  y  $8r^3 - 4\pi r^3/3$ . De este cálculo elemental resulta una proporción próxima a una parte de harina por una parte de manteca, que es justamente la que dice la receta clásica.

Esta modelización abre el campo de posibilidades técnicas siguiendo un diseño puramente científico. La ciencia quiere comprender el mundo, en este caso el culinario, y el estudio científico conduce con toda naturalidad a la tecnología.

Las **pruebas experimentales**, por su parte, pretenden examinar los “trucos de cocina” desde un punto de vista científico. Al igual que la modelización,

intentaremos explicarlo con un ejemplo: ¿cuándo se tiene que salar un filete asado? ¿antes de la cocción, de manera que la carne se sale hasta el centro? ¿en medio de la cocción, con objeto de obtener la coloración adecuada? o ¿al final de la cocción, para evitar que la carne se seque y se endurezca? Para analizar estas cuestiones se realizan prácticas para probar los diversos métodos.

Lo primero es analizar el tipo de carne. El estudio del secado de la carne con sal ha mostrado que las diversas piezas de carne presentan comportamientos muy diferentes. Por ejemplo, si los entrecots tienen fibras paralelas al plano de corte principal pierden rápidamente mucho jugo. Otras piezas con fibras paralelas al plano de corte (cadera, jarrete) pierden muy lentamente el jugo, aunque están cubiertas con sal.

Seguidamente se analiza la penetración de la sal en la carne asada. Para ello, Hervé This ha utilizado el microscopio electrónico de barrido con análisis de rayos X, demostrándose que, en las condiciones habituales de los asadores, la sal no penetra más de 3 mm dentro de la carne.

Así, las pruebas experimentales examinan los “trucos de cocina” con la ayuda de instrumentos simples: balanza, cronómetro, microscopio óptico, pH-metro, etc. intentando comprender cuáles de ellos tienen una base científica y cuáles son pura conjetura.

En definitiva, el objetivo de esta ciencia, a grandes rasgos, es refutar o confirmar todo aquello tradicionalmente aprendido en el mundo de la gastronomía, de modo que se puedan mejorar las recetas ya existentes y crear otras nuevas. Y algo aún más importante, según This: llegar a través de la metodología científica a un público diverso, con un tema tan importante como la alimentación.

Bueno, espero que les salga bien la receta. Y pónganle mucho amor. Porque el amor también es Química.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

*Córdova Frunz, José Luis. “La Química y la cocina”.*

*Ortalli, Ana; Ricatti, Jimena. “La retroalimentación de la ciencia y la cocina”.*

*Miramontes Vidal, Octavio. “La ciencia en la cocina”.*

*This, Hervé. “Ciencia y gastronomía: avances recientes en gastronomía molecular”.*