

ENCUENTROS CON LA CIENCIA II

Del macrocosmos al microcosmos

Coordinadores: Enrique Viguera, Ana Grande y José Lozano

Premio
Divulgación Científica
Ateneo-Universidad de Málaga
2010



Coordinan: Enrique Viguera, Ana Grande y José Lozano
Edita: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga

Produce: Ciencia Digital, S.L.
Diseño de portada: Patricia Vicente López

ISBN: 978-84-9747-337-8 (Versión digital)



Esta obra está sujeta a una licencia Creative Commons:
Reconocimiento - No comercial - SinObraDerivada (cc-by-nc-nd):
[Http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es)
Cualquier parte de esta obra se puede reproducir sin autorización
pero con el reconocimiento y atribución de los autores.
No se puede hacer uso comercial de la obra y no se puede alterar, transformar o hacer obras derivadas.

Esta obra se encuentra depositada en el repositorio institucional de la Universidad de Málaga (RIUMA), en <http://hdl.handle.net/10630/4255> y puede consultarse también en www.encuentrosconlaciencia.es.

Índice

Prólogo	7
Introducción	9
Mundo RNA y origen de la vida. Carlos Briones Llorente	11
Una aproximación experimental a la evolución viral: desentrañando los papeles de la mutación, la selección y el azar. Santiago F. Elena	27
Simbiosis: aprendiendo a vivir juntos. Amparo Latorre Castillo	39
Bacterias Guerreras, Guardianas y Suicidas. Cayo Ramos Rodríguez	51
De la Biología Molecular a la Biomedicina. Margarita Salas	65
Fármacos Biológicos: ¿Una nueva medicina?. Beatriz Gil Torregrosa	75
La revolución biotecnológica: ¿amenaza u oportunidad para el desarrollo de la humanidad? Luis Ángel Fernández Herrero	87
Biología molecular y Bioinformática: dos ciencias destinadas a entenderse. Francisca Sánchez Jiménez	99
Genética forense: De la escena del crimen al laboratorio. José Antonio Lorente Acosta	115
Genómica Neandertal. Carles Lalueza-Fox	127
Expedición científica a la caldera de Lubá. Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial). Ignacio Martín/Pablo Cobos	137
Insectos en ámbar: atrapados en el tiempo. Antonio Arillo Aranda	151
¿Qué dice la ciencia sobre la Sábana Santa? José-Manuel Fernández-Fígares	163
Sobre minerales, metales y gemas. El legado minero de la provincia de Málaga. Juan C. Romero Silva	179
Sonidos de la ciencia: consumo y contrapublicidad. Bartolo Luque Serrano	211
Ciencia a la cazuela. Carmen Cambón Cabezas, Marisol Martín de Frutos y Eduardo Rodríguez Martín	221
Determinismo y azar en el comportamiento humano. Marcos Ruiz Soler	241

ENCUENTROS CON LA
CIENCIA II
Del macrocosmos al microcosmos

Málaga, 2010

Ciencia a la cazuela

Carmen Cambón Cabezas, Marisol Martín de Frutos y Eduardo Rodríguez Martín. *Colegio Internacional SEK-Ciudalcampo (Madrid)*

Quizá sea la cocina una de las tecnologías más antiguas desarrolladas por la humanidad y es, desde luego, una de las más familiares y conocidas por todos. Sin embargo, pocas veces se es consciente de que, como en cualquier fenómeno que implica materia y energía, los procesos culinarios son explicables desde el punto de vista científico.

En el mundo actual es cada vez más perentorio hacer pedagogía y divulgación de la Ciencia, y el estudio de la Ciencia de la cocina puede ser un modo eficaz y divertido de conseguirlo. Además, el momento que vive nuestro país en relación con los temas gastronómicos favorece especialmente la motivación.

Con esta idea como punto de partida surgió en el año 2004 el seminario "Ciencia con buen gusto" en el Colegio Internacional SEK-Ciudalcampo de Madrid, en el que los autores desarrollan su labor educativa.

La metodología con la que el seminario pretende acercar la Ciencia a los alumnos se basa en las siguientes líneas de actuación:

-Conocer la composición de los alimentos, su comportamiento en la cocina, sus peculiaridades y, por qué no, algunas pinceladas de la historia de la gastronomía. Por ejemplo, la evolución de los métodos de conservación, y en concreto la historia de la sal, tan importante para la humanidad; la historia del tomate y de la patata, que se consideraron alimentos nocivos para la salud; o el simbolismo que el pan ha supuesto tanto en la religión como en la sociedad, en la que pan blanco era signo de clase social.

-Desarrollar aspectos relacionados con la alimentación, básicos en la formación de los adolescentes.

-Estudiar la composición de los alimentos y los métodos de cocción, permitiendo introducir numerosos conceptos de física, química y biología además de acostumbrar a los alumnos a un enfoque interdisciplinar. En el amplio mundo de las técnicas culinarias se pueden encontrar procesos de muy variada complejidad, lo que admite el trabajar con diferentes niveles educativos, desde infantil hasta bachillerato. En este sentido, un aspecto fundamental es la baja peligrosidad de los materiales en comparación con los habituales en un laboratorio de Ciencias. Así, es factible diseñar prácticas de laboratorio compatibles con nuestros medios, relativamente seguras y cuyos resultados se pueden comer, aspecto nada secundario en la motivación.

El trabajo del seminario reúne, pues, aspectos de documentación bibliográfica y de trabajo práctico en laboratorio, completando de manera eficaz la formación científica de los alumnos y aumentando considerablemente su motivación hacia este tipo de estudios.

Este capítulo trata de dar una visión de conjunto sobre la importancia de la ciencia para la cocina pero también del valor de la cocina para la ciencia como eficaz vehículo de divulgación. Desde luego, en ningún momento se ha pretendido hacer "cocina creativa", ya que los platos sencillos y cotidianos, bien conocidos por todos, son más adecuados para objetivos didácticos.

¿Qué objetivo perseguimos al cocinar?

Al cocinar se somete al alimento a condiciones que provocan en él importantes cambios físicos y químicos con los que se pretende conseguir una textura más agradable, más fácil de masticar y, sobre todo, sacar el mayor partido a sus cualidades organolépticas, es decir, lograr que esté bueno.

Por ejemplo, cuando se calienta un azúcar puro por encima de 150°C, comienza a descomponerse químicamente y origina multitud de sustancias responsables del olor, color y sabor del caramelo.

Si junto al azúcar calentado aparecen proteínas, se forman un conjunto de productos relacionados con el color, el olor y el sabor de multitud de platos, desde el pan a las carnes asadas o a la plancha.

Si a las proteínas por separado les comunicamos calor se rompen los enlaces que mantienen su estructura original: hemos cocido un huevo, facilitado la masticación de una pieza de carne o elaborado un delicioso caldo.

Para entender los fenómenos físico-químicos implicados en estos procesos se propone un recorrido por algunos de los procesos básicos que aparecen en la elaboración de la mayor parte de nuestros platos.

Como primer plato "el huevo"

¿Quién no ha utilizado y utiliza con frecuencia huevos en la cocina? Huevos cocidos, fritos, revueltos, en tortilla... Es un ingrediente que goza de una gran aceptación para el público en general, siendo incluso tolerado su consumo en algunas dietas lacto-ovo-vegetarianas como fuente de proteínas. De hecho, los huevos contienen proteínas de alta calidad, porque los aminoácidos que contienen sus proteínas están en la misma proporción que los aminoácidos que nuestro cuerpo necesita. Aparte, el huevo aporta grasa, hierro y vitaminas A, D, y B₁₂.

Pero, en esta ocasión, más que el valor nutricional de un huevo se quiere resaltar el hecho de que todas las formas posibles de su preparación culinaria son posibles gracias a la naturaleza de las proteínas que forman la clara y la yema y su comportamiento tan diferente frente al calor.

Cociendo un huevo

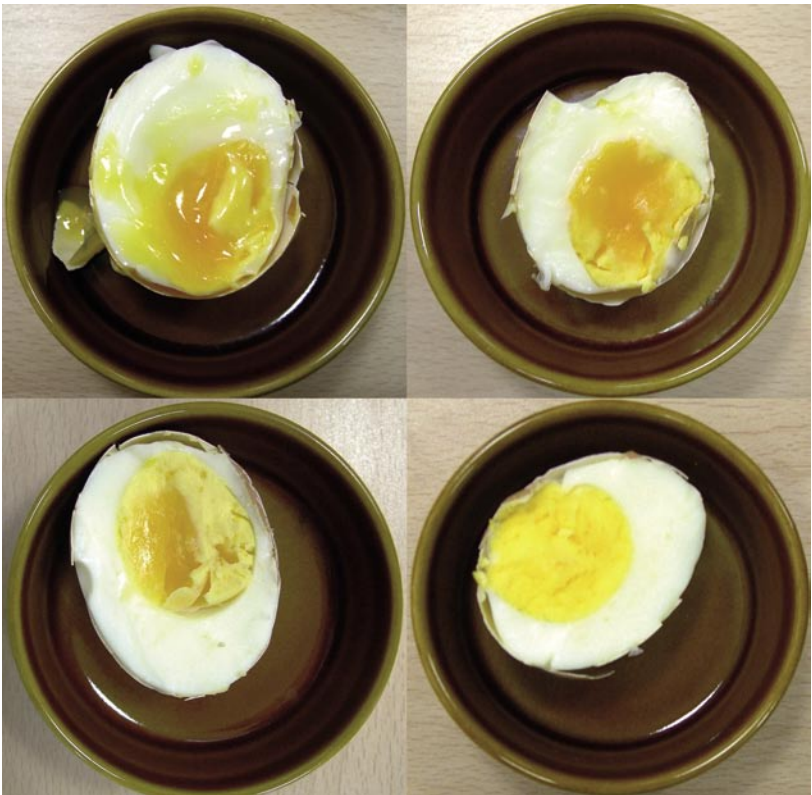
Al cocer un huevo se produce una transmisión de calor desde el agua circundante hacia la clara, próxima a la cáscara, hasta llegar a la yema, protegida en el interior del huevo. El vehículo que transmite el calor, el agua, alcanza una temperatura máxima de 100°C. Tanto la clara como la yema están formadas por proteínas, largas cadenas construidas a partir de eslabones que son los aminoácidos. A temperatura ambiente estas cadenas están plegadas formando un ovillo (proteínas globulares) y en ese estado son solubles.

Con el calor adquieren energía, se rompen los enlaces débiles que las mantienen plegadas (desnaturalización) y se abren, asociándose en una red tridimensional. Esta red, más densa, desvía los rayos de luz y el huevo se vuelve opaco. Ha cambiado de aspecto: se ha coagulado.

Con un experimento sencillo se puede comprobar la transmisión del calor al interior del huevo. Para ello se introducen huevos en agua hirviendo y se sacan a intervalos regulares de tiempo, midiendo cada vez la temperatura de la clara y la yema y observando el aspecto que van adquiriendo.

El resultado se muestra en la imagen.

Las primeras zonas en desnaturalizarse son las externas, ya que son las primeras en recibir el aporte de calor. La clara se coagula mientras la



yema permanece intacta. Esto supone que hay que mantener el huevo en el agua de cocción el tiempo suficiente para que el calor llegue al centro y desnaturalice las proteínas que forman la yema, que tardan más en sufrir este efecto por la posición que ocupan en el centro del huevo y por su naturaleza más resistente al calor (las proteínas de la clara coagulan a 63°C mientras que las de la yema lo hacen a partir de 70°C).

Si se sigue aumentando la temperatura una vez coaguladas las proteínas de la clara, la red que constituyen al desnaturalizarse se hace cada vez más firme y va expulsando el agua retenida: la clara adquiere una textura gomosa.

Con el calor, los átomos de azufre que contiene el aminoácido cisteína se combinan con el hidrógeno liberando un gas llamado sulfuro de hidrógeno, responsable del olor a huevos podridos. Cuando el huevo duro se enfría el sulfuro de hidrógeno reacciona con el hierro presente en la yema formando sulfuro de hierro, que tiñe la yema de color verde grisáceo. Para evitar que se forme el color verde sobre la yema hay que enfriar los huevos rápidamente de forma que se pierda el calor que necesita la reacción y ésta no se produzca.

Diferencias con la fritura: el mismo alimento y distinta técnica.

Al freír cocinamos el alimento en contacto directo con el aceite caliente. La fritura permite alcanzar temperaturas superiores a los 100°C. La temperatura ideal en la fritura es de 140-190°C; por encima de esa temperatura, el aceite se degrada y se generan moléculas tóxicas.

Seguramente, todos hemos podido comprobar cómo al añadir el huevo a la sartén el aceite "salta". La causa es la rápida evaporación del agua que contiene la clara del huevo en contacto con el aceite muy caliente. La repentina formación de vapor provoca que el aceite salpique.

En el aceite caliente, las proteínas de la clara se desnaturalizan por el calor comenzando por la periferia. Como el aceite supera los 100°C la red resultante se estrecha y evapora el agua, pudiendo alcanzar temperaturas

suficientes para desarrollar las reacciones de Maillard, explicadas más adelante. El resultado serán las churruscadas puntillas del borde del huevo frito.

No se debe mantener el huevo durante mucho tiempo en el aceite para no llegar a la temperatura de coagulación de la yema, que necesita unos 7°C por encima de la clara. Este hecho, aparentemente sin importancia, permite mojar pan en la yema del huevo frito.

Junto a la ovoalbúmina, en el huevo hay una proteína llamada ovomucina, abundante en las chalazas, más resistente al calor que las demás. Por esta razón queda sin coagular después de aplicarle calor. Para lograr que coagule se puede añadir al huevo un chorrillo de otro agente desnaturante: el ácido acético del vinagre.

Ácidos y sal

Los ovillos constituyentes de las proteínas tienen en su exterior cargas negativas que provocan fuerzas de repulsión que los mantienen separados en el medio acuoso, dificultando su unión y facilitando que el conjunto se mantenga líquido. Los ácidos y la sal reducen y bloquean esa carga negativa, y las proteínas ya no se repelen con la misma fuerza, se acercan unas a otras y se unen mejor.

Tortilla a la francesa

Para cocinar una tortilla se pone la sartén al fuego con aceite para que cubra bien el fondo. Al cubrir el fondo con aceite se consigue una superficie de contacto con el alimento más uniforme y se evita el contacto de las proteínas del huevo reaccionen con los metales de la sartén, lo que haría que la tortilla se pegase. En las sartenes modernas este fenómeno es prácticamente inapreciable, debido a la superficie de teflón que las recubre.

A continuación se baten muy fuerte los huevos y se añade sal. Al batir, la mezcla se homogeneiza y se anula el efecto de los diferentes puntos de coagulación de la clara y la yema. Si la mezcla no es homogénea, se

cocinaría un revuelto con zonas de clara coagulada y yema líquida claramente distinguibles.

Con el calor, las proteínas del huevo en contacto con la sartén se desnaturalizan, formando una red que atrapa parte del agua que contenía el huevo. Si el proceso de cocinado fuese más largo se evaporaría todo el agua y la tortilla quedaría seca.

En algunas recetas se recomienda añadir harina de maíz a los huevos batidos para aumentar su esponjosidad. Al añadir harina se incorporan gránulos de almidón a la mezcla que se hidratan con el agua de la clara. Estos gránulos aumentan de tamaño con el calor incrementando la viscosidad de la preparación y haciendo más difícil la pérdida de agua por evaporación, así el aspecto final de la tortilla será más jugoso.

Como segundo plato la carne: Las reacciones de Maillard

Las reacciones de Maillard, descubiertas por Louis Camille Maillard cuando llevaba a cabo unas investigaciones de laboratorio, son las responsables del pardeamiento que experimentan los alimentos durante su cocinado. Estas mismas reacciones son también las responsables de desarrollar los aromas y los sabores característicos de cada alimento, como, por ejemplo, el churruscado del asado, la puntilla de los huevos fritos, el aroma del café tostado o el del pan recién cocido. Comprender las condiciones necesarias para que transcurran permite explicar la causa de hechos conocidos tales como por qué no se debe cocinar la carne en el microondas o por qué es aconsejable sofreír el arroz antes de guisarlo.

Las reacciones de Maillard se llevan a cabo entre los grupos amino de los aminoácidos de las proteínas y los grupos carbonilo de los hidratos de carbono. Además transcurren a una velocidad apreciable cuando se alcanzan temperaturas próximas a los 140°C.

Cuando las moléculas que contienen un grupo amino (como los aminoácidos de las proteínas) se calientan en presencia de los azúcares, se produce la eliminación de una molécula de agua entre los dos componentes que se unen, formándose una base de Schiff. Estos compuestos evolucionan a otros compuestos llamados de Amadori, que reaccionarán con otras

moléculas para formar estructuras cíclicas aromáticas. Estas últimas, son las responsables de las propiedades organolépticas de la carne.

No obstante, hay que destacar la enorme complejidad de este tipo de reacciones ya que muchos azúcares y aminoácidos diferentes pueden reaccionar entre sí. Además distintas temperaturas pueden provocar cambios en los productos finales.

Estudio de las reacciones de Maillard en la carne

Un buen modo de comprender mejor las reacciones de Maillard es cocinar de diferentes modos un alimento muy común de nuestra alimentación como es la carne. La carne tiene desde el punto de vista nutritivo muchos componentes. Para el cocinero, son especialmente interesantes las proteínas musculares, el colágeno, el agua y la grasa.

Componentes de la carne

Los haces de fibras proteicas:

Son los responsables de que una carne resulte dura o tierna después de la cocción. La actina y la miosina (proteínas responsables del movimiento de los músculos) comienzan su desnaturalización a temperaturas próximas a los 40°C. A partir de esta temperatura sufren un cambio irreversible que implica el encogimiento de las fibras, la expulsión de agua y el endurecimiento de la pieza de carne. También bloquean los rayos de luz y la carne pierde su brillo y se hace opaca. A partir de los 70 u 80°C, se producen entre ellas asociaciones de muy alta densidad y la carne queda dura y correosa. Es por lo tanto, importante evitar un flujo excesivo de calor que provoque que las proteínas se degraden en exceso.

Tejido Conjuntivo:

Este tejido constituye los tendones y las membranas que rodean los músculos y es rico en colágeno, proteína fibrilar muy resistente formada a su vez por tres cadenas individuales enroscadas entre sí. Para conseguir destruir esta organización es necesario calentar durante un largo periodo de tiempo a un mínimo de 60°C. Hasta ese momento, el colágeno no se

puede digerir y es difícil de masticar. Cuando las cadenas separadas por el calor pasan al caldo y se enfrían, interaccionan entre sí y constituyen una red que ocupa todo el volumen y atrapa las moléculas de agua. Esta red es la gelatina, físicamente un gel "reversible", ya que funde a los 30°C y a los 15°C vuelve recuperar la forma de gel.

La grasa:

En la carne cruda la grasa está en estado sólido, pero durante el cocinado se puede alcanzar el punto de fusión de la misma, facilitando su salida al plato. Esto puede provocar que la pieza cocinada no conserve todas las propiedades gustativas. A partir de los 80°C, las paredes celulares se agrietan y rasgan, por lo que el contenido graso celular escapa de la carne que toma color pardo-grisáceo. Debido a su naturaleza química muchas moléculas responsables del sabor y del olor de la carne se encuentran dispersas en la grasa apolar. Además la grasa contribuye a que la masticación de la carne sea más sencilla.

El agua:

La proporción de agua en la carne suele ser del 60% y desempeña un papel primordial en la textura y sabor de la pieza. Si el agua que acompaña las proteínas de la carne escapa durante el cocinado, el resultado será una pieza seca y grisácea. Por lo tanto, se debe vigilar la temperatura, el tiempo y el modo de cocinado dependiendo "del tipo y del corte" de carne de que se disponga. A partir de los 50°C, comienza la pérdida de agua por encogimiento de las fibras musculares. Calentando la carne a fuego vivo durante un periodo corto de tiempo, se endurece la superficie externa y el jugo se difunde menos hacia el exterior. Otro modo de pérdida de agua es la ósmosis; en este caso, aquélla se puede reducir añadiendo la sal al final de la cocción.

Cocinado de la carne

a) Los métodos de cocción

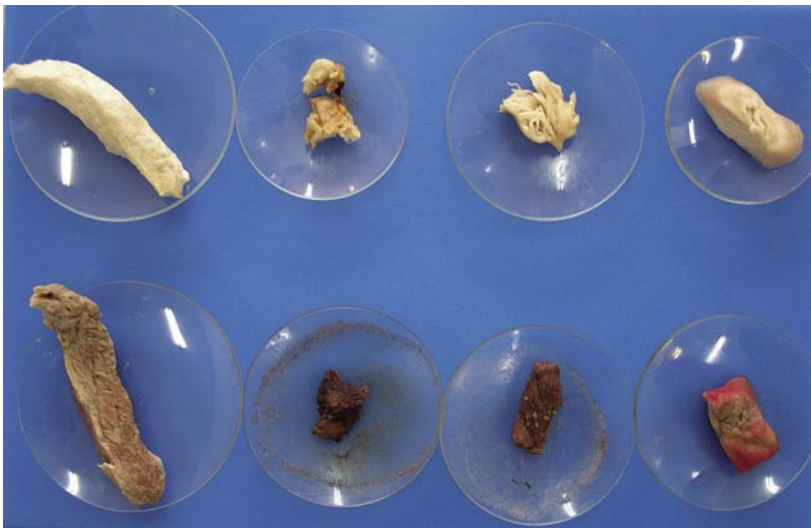
Otro aspecto fundamental es el modo en que la pieza cocinada recibe calor desde la fuente. Universalmente existen tres mecanismos de transmisión de calor, que son:

- La conducción: en este caso, el calor se transmite desde las moléculas a sus vecinas.
- La convección: en este otro caso, la fuente de calor calienta un fluido y éste transmite el calor a los alimentos.
- La radiación: la energía se transmite a través de ondas electromagnéticas absorbidas por el alimento.

b) Protocolo experimental

Para la experiencia, se eligieron dos tipos diferentes de carne: pechuga de pollo, con contenido muy bajo en colágeno, y morcillo de ternera con una parte tendinosa destacada. Para poder comparar ambos tipos se cortan tiras aproximadamente iguales que se miden y se pesan, antes y después de cocinarlos con diferentes métodos.

- La plancha (o en fritura con poco aceite): en este método, el modo predominante de transmisión de calor es la conducción desde la placa muy caliente. Esto permite adquirir altas temperaturas rápidamente y, por supuesto, producir Maillard. El calor se recibe únicamente por una cara y se absorbe en superficie, pasando lentamente al interior de la pieza por conducción en la propia carne. A la plancha, la tira de pollo se quedaba perfectamente cocinada (se produce la reacción de Maillard en su exterior, desarrolla todas las cualidades organolépticas y se hace en su interior).



El acortamiento y pérdida de masa dependió del tiempo de cocción; no obstante, cuando la mayor parte de los comensales encontraban cocida la tira, ésta conservaba su terneza. Sin embargo, la carne de morcillo, que también presentaba pardeado por Maillard, estaba dura y con el colágeno intacto, cuando la parte más externa se comenzaba a quemar.

-La cocción: en este método, la transmisión de calor desde el foco calorífico hasta el alimento se lleva a cabo por convección a través de un fluido (agua) en movimiento. Esto significa que la carne se calienta en toda su superficie, al encontrarse rodeada por las moléculas de agua que se mueven rápidamente. Para ablandar el colágeno de la carne (sobre todo de "cortes" con una gran cantidad de este tejido) es necesario cocer la carne durante mucho tiempo, hasta que el colágeno se descomponga y pase al caldo en forma de gelatina. La consecuencia es que la carne cocida presenta un aspecto fibroso y gris muy poco atractivo para su ingestión. Como el agua cambia de estado a los 100°C, en este caso no se alcanza la temperatura mínima para producir reacciones de Maillard, así que la carne de pollo no desarrolla las propiedades organolépticas asociadas con estas reacciones, aunque no queda endurecida.

Sin embargo, el resultado para la carne de Morcillo era óptimo, al quedar cocinada por completo. Utilizando un buen caldo en vez de agua puede lograrse que los sabores del caldo pasen a la carne durante la cocción. Para mejorar el resultado, en los dos casos se recomienda sofreír previamente la pieza durante 2 ó 3 minutos en aceite muy caliente, para provocar las reacciones de Maillard y la formación de las notas sápidas que acabarán incorporadas al guiso.

Finalmente, en el caso de la cocción se deben tener en cuenta los procesos de ósmosis. Si añadimos la sal al principio del guiso éste conservará sus jugos, ya que la concentración salina será mayor en el medio acuoso del caldo que en el interior de la pieza (medio hipertónico) y ésta conservará un gusto mayor. Pero si esperamos al final de la cocción para salar (medio hipotónico), las sales minerales y las sustancias sápidas de la carne pasarán al caldo para igualar la concentración salina. El caldo quedará enriquecido, pero la carne se volverá bastante más insípida.

- La fritura por inmersión: en este caso, la transmisión de calor se lleva a cabo por convección, pero el fluido es una grasa que sí puede alcanzar

temperaturas de 140°C, envolviendo por completo la tira de carne. El inconveniente es que, si el alimento es delicado, habrá que protegerlo de un exceso de calor, por ejemplo empanándolo.

En este tipo de cocinado no se deben superar los 170 °C (cuando el aceite emite humo), pues a partir de esta temperatura se produce la rotura de las moléculas de los ésteres grasos, generándose productos potencialmente peligrosos para la salud.

Se recomienda cocinar el alimento en abundante aceite caliente y en pequeños pedazos, para que dé tiempo a que el calor se transmita al interior del alimento antes de que las moléculas del exterior se carbonicen. Por ello, no se recomienda freír piezas de carne muy tendinosas, ya que requieren una gran cantidad de tiempo de cocinado para desnaturalizar el colágeno.

Las piezas más adecuadas serían los músculos del animal, que contienen la mínima cantidad de tejido conjuntivo, consiguiendo que en la superficie se desarrollen las reacciones de Maillard (cocinando el alimento durante unos pocos minutos a elevadas temperaturas) sin que en el interior se produzca una excesiva desnaturalización de las proteínas musculares, para evitar el endurecimiento.

- Cocción en el horno microondas

Los hornos microondas utilizan radiaciones electromagnéticas de una longitud de onda que les permite penetrar en el alimento hasta aproximadamente 1 cm de su superficie, transfiriendo toda su energía a las moléculas de agua, que se calientan y evaporan. Mientras la pieza tenga agua, la temperatura no superará los 100 °C, lo que implica que en el horno microondas no se llevan a cabo las reacciones de Maillard. A partir del agua, y por conducción, dicho calor se transmite a las moléculas vecinas. Si se mantiene la emisión de energía, no se sobrepasan los 100°C, pero se produce una evaporación excesiva de agua y el aspecto y cualidades organolépticas son muy poco atractivas (color grisáceo, falta de succulencia, aspecto reseco).

-Cocción en el horno tradicional

El calor que reciben los alimentos lo hacen por convección del aire caliente que los envuelve y por las radiaciones que emiten las resistencias.

Se puede regular la temperatura, lo que le hace muy recomendable para las piezas grandes. Por ejemplo, para preparar un buen asado. Se puede llevar a cabo la reacción de Maillard, al alcanzar sin dificultad los 140 °C.

Los resultados son satisfactorios, si bien la pechuga de pollo queda más reseca que a la plancha, al haber estado sometida al calor durante un mayor periodo de tiempo. Sin embargo, la carne de morcillo no se ha hecho por completo.

El asado al horno es un proceso relativamente lento, recomendado para grandes piezas que necesitan tiempo para que el calor alcance el centro. Para los cortes tiernos se recomienda untar la pieza con un poco de aceite para que se forme la costra, asar a temperaturas altas (190°C) y durante un periodo de tiempo corto. El tejido conectivo se destruirá y las fibras proteínicas no se endurecerán excesivamente, obteniéndose los sabores deseados.

Si la pieza procede de cortes más duros se debe prolongar el tiempo de cocción, pero sin superar los 150 °C, para no reseca la carne.

Terminando con el postre: Mezclas en cocina

Un aspecto muy interesante de la cocina son las mezclas. Muy pocos platos constan de un solo alimento: en la mayoría aparecen varios, mezclados de muy diferentes formas. Pasemos revista a los diferentes tipos de mezclas desde un punto de vista científico.

Sin lugar a dudas, las mezclas más sencillas, en ciencia y en cocina, son las llamadas mezclas groseras. En ellas, los diferentes componentes se aprecian perfectamente a simple vista y se pueden separar por medios físicos. El ejemplo típico de una mezcla grosera en ciencia es la mezcla de limaduras de hierro y arena: los dos componentes se pueden separar perfectamente con ayuda de un imán.

En cocina aparecen muchos platos que son, científicamente, mezclas groseras. Su interés gastronómico reside en la mezcla de sabores que se

aprecia al comerlos. Un buen ejemplo es la ensaladilla. Hay muchas variedades de ensaladilla, pero el secreto de todas ellas es la mezcla de sabores. Es un plato muy entretenido de hacer porque es necesario picar cuidadosamente los ingredientes, pero a la vez muy fácil y poco peligroso ya que no requiere el uso del fogón. Acompañado de una buena mayonesa es un plato delicioso.

Disoluciones

El almíbar permite introducir el siguiente tipo de mezclas, lo que en química se llaman disoluciones. Una disolución consta de una sustancia, denominada disolvente, que acoge entre sus moléculas a otra u otras que denominaremos solutos. El almíbar es una disolución que tiene como disolvente el agua y como soluto el azúcar, normalmente el azúcar común o sacarosa. El azúcar es soluble en agua, pero a la hora de la verdad esa teórica solubilidad no es tan buena (échése tres cucharadas de azúcar en una taza de café con leche o de infusión y se verá lo que hay que remover para disolverlas). ¿Cómo se puede disolver una cantidad mayor de azúcar para formar un almíbar? La respuesta es: con calor. El agua caliente es capaz de disolver mucho más azúcar que cuando está fría o a temperatura ambiente. Mezclando agua y azúcar en la proporción de un vaso de agua (250 cm³) por cada 75 gr de azúcar, se observa que la mayor parte del azúcar queda sin disolver. Al calentarlo, tras unos cuantos minutos al fuego, la mezcla se volverá transparente, porque se ha logrado la disolución. Si se tiene un termómetro de cocina se podrá observar que la temperatura es de 105 °C. Basta dejar enfriar para tener el almíbar. Hay que advertir que no se debe remover para ayudar a que el azúcar se disuelva. No se consigue nada y se puede provocar un fenómeno de cristalización de la mezcla que arruinaría la preparación.

El almíbar, como la mayoría de las disoluciones usadas en cocina, tiene como disolvente el agua y como soluto azúcar, una sustancia hidrófila. Pero también podemos poner ejemplos de disoluciones que tienen como disolvente una grasa. Un buen ejemplo son los aceites aromatizados con especias. La mayoría de las plantas usadas como especias deben su fuerte sabor a moléculas hidrófobas, insolubles en agua pero perfectamente solubles en aceite.

Emulsiones

Solamente con disoluciones simples no se puede hacer mayonesa para la ensaladilla. El huevo tiene básicamente agua y proteínas. El aceite es hidrófobo. ¿Cómo mezclar dos sustancias tan incompatibles? La solución está en la yema. Ésta contiene una sustancia denominada lecitina que posee una doble solubilidad: por uno de sus extremos es compatible con el agua y por el otro con las grasas. Este tipo de moléculas con una solubilidad tan especial se denominan anfipáticas, palabra compuesta de *amfi-* (=‘ambos’) y de *pathos* (=‘afinidad’ o ‘tendencia’ -en uno de sus posibles significados-). La lecitina permite formar el siguiente tipo de mezcla culinaria: la emulsión.

Que las gotas de aceite hidrófobo se mantengan dispersas en el seno del agua es imposible: las gotas son menos densas que el agua y tienden a flotar, y cada vez que dos gotitas de aceite se encuentren, se unirán. Pronto habrá una capa de aceite flotando en la parte superior. Pero si cada gota de aceite se rodea con una capa de la anfipática lecitina, se le ha dotado de una especie de corteza “amiga del agua” y ya no tiende a unirse con el resto de gotas. Es mayonesa. O mayonesa cortada, porque también puede pasar que se formen gotas de agua rodeadas de aceite. ¿Cuál es el factor clave? Pocos platos tienen sobre sí tantas leyendas como la mayonesa cortada, pero la causa es más bien prosaica: si al empezar a batir hay mucha agua y poco aceite se forma mayonesa. Si hay más aceite del debido, se corta.

Las emulsiones son abundantísimas en la cocina; casi todas las ricas salsas que acompañan a tantos platos lo son. Por eso son untuosas y contienen los sabores variadísimos que se disuelven en agua y los que se disuelven en aceite.

Espumas

Queda por tratar un tipo muy especial de mezcla que lleva un ingrediente sorprendente y muy barato: el aire. Técnicamente, se llama espuma a una mezcla en que la fase continua es un líquido o un sólido que acoge en su seno delicadas burbujas de aire o de otro gas. Puede parecer sorprendente

que la espuma, con un ingrediente totalmente desprovisto de sabor y de valor nutricional como el gas, pueda tener un papel importante en cocina. Sin embargo, las peculiares propiedades físico-químicas de las espumas las convierten en elementos de alto interés gastronómico. Entre estas propiedades se pueden destacar las siguientes:

Baja densidad: por ejemplo, al batir clara de huevo su volumen se cuadruplica por incorporación de aire con una reducción proporcional de la densidad. En cocina se utilizan una gran variedad de mezclas complejas que físicamente son suspensiones, emulsiones o geles, y que tienden a ser excesivamente densas y nutritivas. Si estas preparaciones se espuman, se hacen ligeras y se favorece su digestión sin que se pierda nada de su sabor. Purés vegetales, mousses dulces o las espumas de gelatina pueden ser buenos ejemplos de esta aplicación.

Elevada viscosidad: una de las propiedades más sorprendentes de una mezcla de líquido y gas, como es la espuma, es que se comporte casi como un sólido. En el caso de la espuma, la causa de la viscosidad es



geométrica: las burbujas tienden a mantener la mínima superficie posible y, cuando entran en contacto, se acoplan constituyendo una red de caras planas. Cualquier flujo supone una reordenación de burbujas y un aumento de la superficie de contacto, aunque sea temporal. Este fenómeno es el que dificulta el flujo.

Está demostrado que la percepción de sabores de los alimentos se relaciona estrechamente con la textura que ofrecen en boca. La elevada viscosidad de la espuma permite esa sensación de ligera y deliciosa cremosidad que tienen la nata montada, la espuma del café expreso o la cabeza de una cerveza bien tirada.

Baja resistencia mecánica: en cocina es frecuente calentar masas para solidificarlas. El almidón presente en las masas de pan, de tartas, de bizcochos o de magdalenas, al alcanzar los 60°C se gelifica y los granos de almidón se desorganizan, liberando moléculas de amilopectina y absorbiendo agua. Al enfriarse la masa horneada, casi todo el agua presente ha desaparecido, evaporada o adsorbida al almidón y las moléculas de amilopectina se reorganizan, formando una red que traba el conjunto. El resultado puede ser bastante resistente. Si estas masas no se espuman debidamente antes de hornearlas pueden resultar incomedibles, pero si han quedado reducidas a las finas láminas de separación entre las burbujas de la esponja el resultado es tierno y fácilmente masticable.

Retención de sustancias sápidas: el sabor de los alimentos es una sensación compleja. No solamente cuentan las sustancias hidrosolubles que se incorporan a la saliva y llegan hasta las papilas gustativas. Al romperse el alimento en la cavidad bucal son liberadas multitud de moléculas volátiles, y generalmente liposolubles, que llegan hasta la pituitaria olfativa a través de las coanas y que son responsables de multitud de matices. Estas moléculas, por ser poco solubles en agua y bastante volátiles, tienden a escapar del guiso extendiendo un sugerente aroma por la cocina. En las espumas, muchas de estas moléculas quedan atrapadas en el gas de las burbujas y se liberan en el momento adecuado, cuando la espuma se introduce en la boca.

Baja conductividad térmica: como material de construcción o de embalaje es frecuente utilizar espumas sólidas por su gran capacidad aislante. Esta

propiedad se puede utilizar para preparar platos sorprendentes, como el *Baked Alaska*, una bola de helado envuelta en merengue caliente. En un contexto más habitual, la capa de espuma de leche hace que un capuchino tarde más en enfriarse que un café con leche normal, o que una cerveza servida en jarra de barro tarde más en calentarse si la cabeza de espuma está bien desarrollada.

Baja estabilidad de las espumas de bebidas carbónicas: en el cava, en la cerveza y en los refrescos carbonatados aparecen espumas bastante inestables que se basan en el CO_2 . Estas espumas contribuyen de manera notable a desarrollar el chispeante tacto en boca y la sensación gustativa de este tipo de bebidas.

Capilaridad de las esponjas: cuando se solidifica la matriz de la espuma y las burbujas se intercomunican, la espuma se ha transformado en una esponja y ha adquirido una interesante propiedad: las cavidades están intercomunicadas y pueden absorber y retener líquidos por capilaridad.

¿Qué placer es comparable al de mojar tiernos bollos en café con leche o comer una torrija bien empapada en leche con canela?

PARA SABER MÁS

Barham, P. (2001). *La Cocina y la Ciencia*. Editorial Acirbia, Zaragoza. 270 pp.

Cambón, C., Martín, S. y Rodríguez, E. (2007). *Ciencia a la cazuela*. Editorial Alianza, Madrid. 372 pp.

Cambón, C., Martín, S. y Rodríguez, E. (2005). Carne a la Maillard con guarnición. *Alambique* 45: 34-43.

Cambón, C., Martín, S. y Rodríguez, E. (2005). Diseño de un menú científico: un enfoque práctico en la enseñanza de la Química y otras ciencias experimentales. *Anales de la Real Sociedad de Química* 101 (3): 29-35.

Gardiner, A. y Wilson, S. (1998). *The inquisitive cook*. Henry Holt and

Company. Colección *The accidental scientist* (Exploratorium). New York. 160 pp.

Mc Gee, H. (2004). *On food and cooking*. Edición británica. Hodder y Stoughton. London. 884 pp.

This, H. (1993). *Los secretos de los pucheros*. Editorial Acribia. Zaragoza. 292 pp.

Wong, Dominic W. S. (1994). *Química de los alimentos: mecanismos y teoría*. Editorial Acribia. Zaragoza. 476 pp.

ACERCAR la ciencia al ciudadano... éste es el objetivo principal de *Encuentros con la Ciencia*, un espacio para la presentación y diálogo sobre los más recientes y señalados descubrimientos científicos. Desde el año 2004 venimos organizando las actividades de *Encuentros con la Ciencia* con el objetivo principal de fomentar la cultura científica y presentar, de manos de sus protagonistas, los avances científicos actuales. La labor investigadora de los propios científicos españoles no es suficientemente conocida por el público. En nuestra opinión, resulta evidente la necesidad de dar a conocer la ciencia actual a los ciudadanos y, al mismo tiempo fomentar su interacción con los científicos. *Encuentros con la Ciencia* pretende cumplir tres objetivos específicos: **hacer accesible la ciencia** que se está desarrollando actualmente en los centros de investigación españoles, **sensibilizar al ciudadano** acerca de la importancia de la Ciencia en el día a día, e **implicar a la propia comunidad científica** en esa difusión del conocimiento.



* AMBITO cultural