

## Preparando pan: ciencia en la cocina

Autor: Jara Pérez Jiménez

Muchas personas piensan que una buena ocupación para un domingo por la tarde, en invierno, es entrar en la cocina y preparar pan casero. Seguramente no tantas pensarán lo mismo de pasar la tarde originando procesos biológicos, químicos y físicos; es más, recordarán sus libros de texto del instituto y saldrán corriendo ante semejante perspectiva... Sin embargo, eso es lo que ocurre cuando preparamos pan. Procesos como gelatinización, fermentación, caramelización, reacción de Maillard, cambios reológicos o formación de puentes disulfuro, por raros que nos suenen, ocurren en la cocina de nuestra casa. Pero mejor busquemos una receta de pan y empecemos por el principio.

### Los ingredientes: presentando a los personajes

Miremos los ingredientes que aparecen en la receta: harina, levadura, agua tibia y sal. Cada uno de ellos tiene un papel único e imprescindible en la elaboración del pan (resumidos en la Figura 1):

 <p><b>HARINA</b></p> <p>Proporciona las proteínas del gluten y el almidón, ambos imprescindibles para la formación de la masa</p>	<p><b>AGUA</b></p>  <ul style="list-style-type: none"><li>- Es el medio en el que se disuelven los ingredientes</li><li>- Sus minerales favorecen los enlaces entre las proteínas, necesarios para la formación de la masa</li></ul>
<p>Durante la fermentación, genera dióxido de carbono, clave para formar los agujeros de la miga</p>  <p><b>LEVADURA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Controla la actividad de la levadura</li><li>- Favorece los enlaces entre las proteínas, necesarios para la formación de la masa</li></ul>  <p><b>SAL</b></p>

**Figura 1.** Funciones principales de los ingredientes del pan

- La harina. Es evidente que sin harina no tendríamos pan. Sin embargo, muchas veces nos sorprende que, a partir de ese polvo fino, se forme un producto final tan distinto. Esto tiene que ver con los dos componentes principales de la harina, que son el almidón y las proteínas, y que van a sufrir muchas transformaciones en las distintas etapas. Pero no adelantemos acontecimientos...

- La levadura. Aunque la solemos llamar levadura a secas, como si la conociéramos de toda la vida, lo cierto es que tiene nombre y apellidos y además bastante rimbombantes:

*Saccharomyces cerevisiae*. Por cierto, es la misma que se usa en la elaboración de cervezas tipo *ale* (por ejemplo, la cerveza de abadía). Será la que haga que la masa se hinche.

- Agua tibia. Mucho más importante de lo que podríamos pensar. En primer lugar, proporciona el medio en el que se mezclan todos los ingredientes, lo que no es ninguna tontería, porque, si no, no podrían interactuar entre sí. Pero, además, también contribuye a las características del pan. Por ejemplo, si usamos un agua más dura, con más minerales, estos facilitarán los enlaces entre proteínas, ya veremos con qué efecto final.

- Sal. Aunque suele ser relegada al último puesto y normalmente pensamos que sólo contribuye al sabor, tiene otras funciones: regula la actividad de la levadura y favorece los enlaces entre proteínas (es la segunda vez que mencionamos estos enlaces, parece que serán importantes).

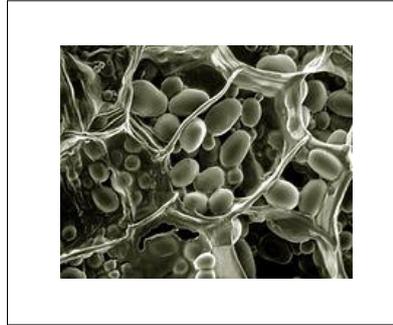
### **La mezcla: empieza la acción**

¡Y comienza nuestro festival de ciencia! Desde el momento en que mezclamos los ingredientes, comienzan a producirse distintas transformaciones. En la harina, unos componentes denominados enzimas son capaces de romper parcialmente las largas cadenas de glucosa que forman el almidón, liberando algunas partes más pequeñas. A la vez y también en la harina, las proteínas absorben agua (de nuevo, más importante de lo que parece) y esto favorecerá después que se formen los enlaces entre ellas (y van tres veces que los mencionamos).

### **El amasado: a darlo todo**

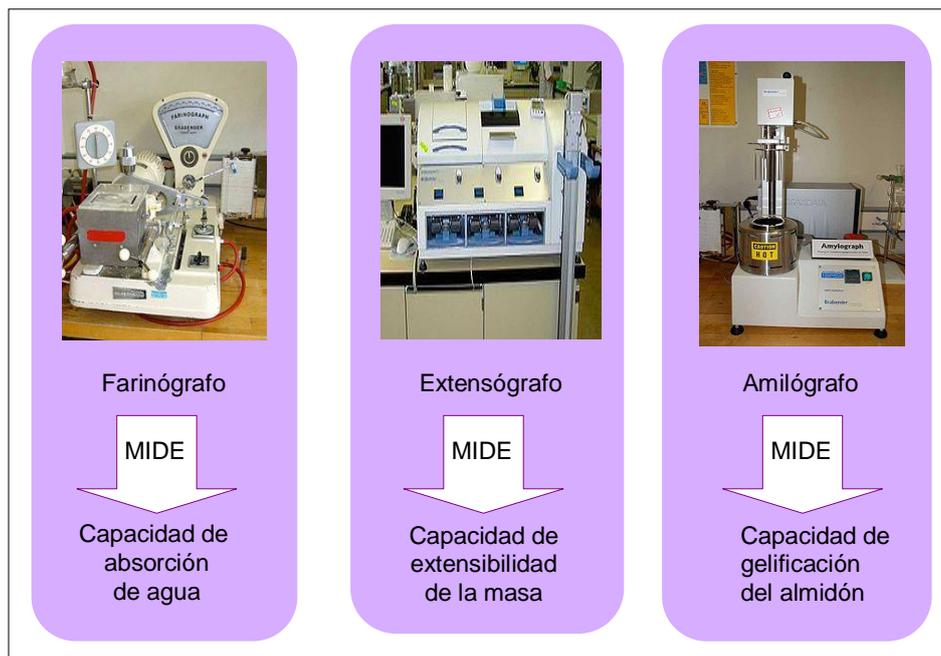
Llega el momento de coger aire y ponernos a amasar con todas nuestras fuerzas, porque de lo que pase en esta etapa dependerán en gran parte las características finales del pan. Y, ahora sí, explicaremos esos famosos enlaces entre proteínas: con el amasado, lo que hacemos es extender las cadenas de las proteínas de la harina, antes enrolladas, de manera que sus componentes quedan más expuestos de lo que estaban. Esto hace que entre proteínas antes separadas, ahora se establezcan enlaces que pueden darse de distintas formas, por ejemplo, los puentes disulfuro, cuando la unión se produce a través de dos átomos de azufre. Y cuanto más amasamos, además de abrir más las proteínas, favorecemos la entrada de oxígeno en la masa, que a su vez hace que se formen más puentes de este tipo. Igualmente, la sal y los minerales del agua también favorecen estos enlaces, como ya se indicó. ¿Y por qué es tan importante todo esto? Porque de estos enlaces, surge una red tridimensional, el gluten, que determina tanto la esponjosidad como la dureza del pan, en función de las proporciones entre sus distintos constituyentes. De hecho, las harinas se clasifican en función de su contenido en proteínas y del gluten que se formará, de manera que las harinas de fuerza se llaman así porque tienen más proteínas y hace falta más fuerza para amasarlas.

Y durante el amasado, además de estos cambios en la proteína, también hay un importante cambio en el almidón, ya que se produce su gelatinización. Ésta consiste en que parte del almidón absorbe agua y sale de los gránulos en los que se encuentra normalmente, y que vemos en la Figura 2 -en ese caso correspondientes a almidón de patata-, haciendo que la masa se haga cada vez más espesa. Por cierto, es el mismo proceso que ocurre cuando preparamos bechamel. Y es la razón por la que el agua que añadimos debe estar tibia, porque, si no, este proceso no ocurriría.



**Figura 2.** Gránulos de almidón vistos con un microscopio electrónico

Todas estas transformaciones en las proteínas y el almidón hacen que, a medida que vamos amasando, haya un gran número de cambios reológicos, es decir, en parámetros relacionados con la consistencia de la materia, como son la viscosidad o la elasticidad. La relevancia de estos cambios hace que en la industria de la harina existan distintos aparatos específicos para el análisis reológico de la misma. Algunos de ellos aparecen en la Figura 3: el farinógrafo determina la capacidad de absorción de agua; el extensógrafo, la extensibilidad de la masa; el amilógrafo, el poder de gelificación del almidón...



**Figura 3.** Algunos “ógrafos” usados para analizar la harina

### La fermentación: levaduras pasándose en grande

Y ahora, descansemos un poco de amasar y dejemos también a nuestra masa, con su red de gluten y su almidón gelatinizado, reposando. Aunque sólo aparentemente. Ya que es en este momento cuando la levadura va a entrar en plena actividad, fermentando el azúcar de la masa, parte del cual se había liberado al mezclar los ingredientes, gracias a la acción de las enzimas. Como resultado de esta fermentación, se liberan alcohol (que

después se evaporará durante el horneado) y burbujas de gas, que irán distribuyéndose por la estructura y haciendo que ésta se hinche. Aquí es donde la red del gluten, que es muy elástica, se va expandiendo y hace de barrera para que ese gas no se escape y quede dentro de la masa.

¿Y qué ocurre cuando usamos una levadura química? Pues algo parecido: la levadura química lleva bicarbonato sódico y un ácido, en presencia del cual el bicarbonato se descompone y libera agua y dióxido de carbono, el mismo gas que produce la levadura durante la fermentación y que por tanto hinchará igualmente la masa.

Por cierto, si la receta que hemos seleccionado incluía una pequeña cantidad de azúcar, es para darle más comida a la levadura, y que así la masa crezca más y el pan al final tenga más volumen.

### **El horneado: bienvenido, señor Maillard**

Y llega el momento de meter la masa fermentada en el horno, donde también van a ocurrir unas cuantas cosas interesantes... Lo primero que pasa es que se evaporan el agua y el alcohol de la fermentación y entonces el exterior de la masa, más expuesto al calor, se queda seco y se empieza a formar la corteza. Pero si esto ocurre muy rápido, la corteza será demasiado dura. Es por eso que los hornos industriales tienen vapor de agua en el ambiente, cosa que nosotros podemos imitar en casa poniendo debajo de la bandeja con la masa otra con agua caliente, o cubriendo con un poco de agua la masa antes de meterla en el horno; básicamente, si las moléculas de agua se dan cuenta de que hay ya muchas fuera, les dará más pereza salir, porque allí tendrán menos espacio. Es decir, que conseguimos que la deshidratación no sea tan rápida.

Además, durante el horneado las celdas de gas que se habían formado en la fermentación se expanden, y el almidón gelatinizado y el gluten forman una malla que las retiene. Los pequeños agujeros que van quedando en la estructura se denominan alveolos, y todo este proceso origina finalmente la miga, que es totalmente diferente de la masa que metimos en el horno (o, dicho en términos reológicos, pasamos de un gel a una esponja).

Posteriormente, y según va aumentando la temperatura, en la superficie del pan tienen lugar dos grandes procesos que hacen que al final la corteza tenga su clásico color marrón y aspecto crujiente: la caramelización, en la que se producen reacciones entre azúcares; y la reacción de Maillard, que consiste en reacciones entre azúcares y proteínas. La reacción de Maillard debe su nombre a Louis Camille Maillard, un médico y químico que descubrió su existencia ¡hace tan sólo un siglo! En esta reacción se generan una gran cantidad de compuestos; de hecho, es tan compleja que todavía no se conoce por completo y sigue habiendo investigaciones específicas sobre la misma. Por cierto, que ésta no es una reacción que se dé de manera normal en la naturaleza, y sólo se podría presentar si concurrieran ciertas circunstancias muy específicas. Esto es relevante porque muchas veces se usa el término natural como equivalente de bueno, pero, curiosamente, cuando horneamos pan, tostamos café o asamos carne, todo ello de la manera más tradicional posible, estamos haciendo compuestos “artificiales”, que resultan sin embargo imprescindibles para las características sensoriales de estos alimentos y que, en el caso de un tipo de compuestos de Maillard llamados melanoidinas, son además beneficiosos para la salud. Será que esa división entre natural/casero/bueno frente a artificial/industrial/malo no es tan simple... Pero mejor volvamos a nuestro asunto inicial, que nos estamos dispersando. Estos procesos de caramelización y reacción de Maillard son por tanto básicos para que la corteza tenga el aspecto que esperamos, pero si los prolongamos durante demasiado tiempo se formarán

nuevos compuestos, más viscosos, y la corteza quedará menos crujiente. Por eso es importante detener el horneado en el momento justo.

### **El enfriamiento: la corteza que dejó de ser crujiente**

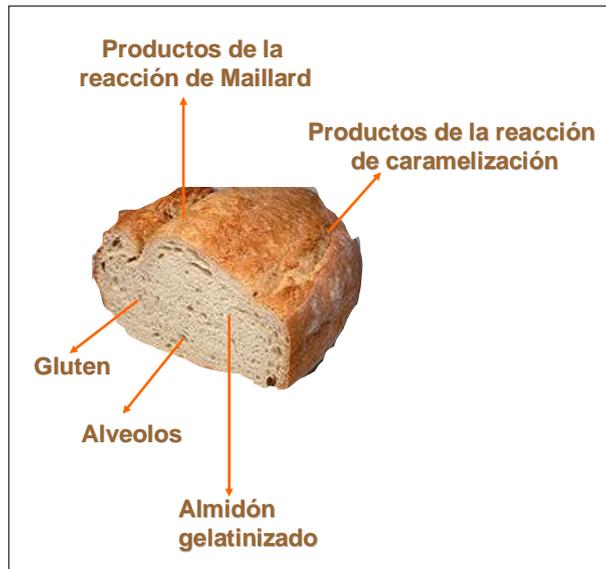
Bueno, pues llegó el momento de sacar nuestro pan del horno, con un aspecto crujiente y delicioso, y de dejar que se enfríe para volver un rato después a probarlo. ¿Pero con qué nos encontramos al volver? ¡Con que la corteza ahora está blanda! Esto se debe a que, aunque hayamos concluido el horneado, dentro del pan siguen dándose transformaciones físico-químicas. En concreto, la humedad del interior de la miga va migrando hacia el exterior y, si este proceso es excesivo, se ablandará la corteza por crujiente que estuviera antes. Por eso, debemos evitar el tener al principio del proceso una masa demasiado húmeda, ya que cuantas más moléculas de agua haya juntas, más “incómodas” estarán y más ganas tendrán de salir al exterior, empapando la corteza. Igualmente, cuanto más miga haya en relación a la corteza, habrá más moléculas de agua mojando la misma superficie de corteza y ésta se ablandará más; por esta razón, en un pan con forma de bola tendremos más rehidratación, que es como se denomina a este fenómeno, que en un pan alargado.

### **El almacenamiento: el almidón hace de las suyas**

Siempre hemos escuchado que el pan debe guardarse en un sitio poco húmedo para que no se reseque y no se endurezca. Sin embargo, también hemos visto muchas veces que, aun respetando esta regla, el pan se ha endurecido. ¿A qué se debe esto? Pues a algo que se ha descubierto no hace muchos años: con el paso del tiempo, el almidón, que recordemos que había salido de los gránulos en los que se encontraba mediante el proceso de gelatinización, pierde parte de las moléculas de agua que había absorbido y empieza a experimentar el proceso inverso, o retrogradación, y por eso la miga se endurece. A esto se debe que algunas recetas incorporen un poco de mantequilla u otro tipo de aceite, ya que las grasas son capaces de retrasar el proceso de retrogradación del almidón.

Aunque si en nuestro pan se ha producido la retrogradación, podemos solucionar esto parcialmente recalentándolo en el horno; el almidón se volverá a gelatinizar y recuperaremos en parte el aspecto original, pero por menos tiempo, porque dentro de la miga queda cada vez menos agua. Si lo hacemos en el microondas no tendremos el mismo resultado, porque en este caso lo que ocurre es que el agua se evapora de golpe y de ahí lo único que sacamos es un pan nada apetecible...

Y con esto se cierra el telón. Hemos preparado pan, pero también hemos tenido una sesión de ciencia, que todavía está construyéndose, ya que incluso sobre un alimento tan básico como el pan todavía nos queda mucho, mucho, por averiguar... De momento, a lo mejor la próxima vez que tengamos delante una barra de pan, la vemos con otros ojos, como muestra la Figura 4. Nada más, y ¡que aproveche!



**Figura 4.** Otra forma de ver el pan

#### **Lecturas recomendadas**

Bellitz HD, Grosch W, Schieberle P. “Química de los alimentos” Ed. Acribia, 3ª edición, Zaragoza, 2012

Mulet JM. “Pan y química” [www.losproductosnaturales.com](http://www.losproductosnaturales.com) (consultado el 10/11/2013)

Iruin Y. “Gluten, almidón, agua, levadura y sal: pan” [www.elblogdelbuhogris.blogspot.com](http://www.elblogdelbuhogris.blogspot.com) (consultado el 10/11/2013)

(Nota: las fotografías proceden de Wikipedia y de los banco de fotografías gratuitas Morgue File y Freepik)