



## **MOLÉCULAS AL PIL PIL (2)**

15 de noviembre del 2007

### **SINOPSIS**

A veces creemos que la ciencia es cosa de científicos locos y despistados que desde sus laboratorios juegan a descubrir como funciona la naturaleza (el mundo). Sin embargo la ciencia es algo cotidiano. Sin ir más lejos nuestras madres, abuelas, tatarabuelas...e incluso tata-tata-abuelas la practicaban en casa sin que nadie les prestara atención.

Por que si, la cocina, además de ser un arte (eso dicen algunos) es también, o mejor dicho, es sobretodo ciencia. Desde amasar un pan, como ya vimos en programas anteriores, hasta preparan un escabeche, toda la cocina se basa en mezclas, disoluciones y reacciones que dan como resultado estupendas y deliciosas recetas.

Hoy vamos a ver algunos de los secretos de este laboratorio casero.

### **QUEREMOS EXPLICAR**

*Un menú muy apetitoso.*

*Las conservas.*

*Ácidos y bases.*

*Cocinar con ácidos: marinar (cocer), conservar, etc...*

*El vinagre: Agente bactericida.*

*Juguemos con el vinagre y con el bicarbonato para hablar de química*



## **ÍTEMS PRINCIPALES**

### **UN MENÚ MUY APETITOSO.**

Nos alimentamos exclusivamente de átomos y moléculas. Por ejemplo el zumo de limón es en esencia ácido cítrico, y el vinagre, ácido acético. Cada uno de ellos formado por átomos de carbono, oxígeno e hidrógeno, combinados en diferente número, y proporción. Sin ir mas lejos el agua es H<sub>2</sub>O, es decir es una molécula formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, y la sal está formada por cloro y por sodio.

Hasta aquí nada nuevo ¿verdad? Pero ¿qué harías si en el restaurante habitual te ofrecieran un menú como el siguiente?:

#### **Primer plato:**

Proteínas desnaturalizadas, polipéptidos, aminoácidos, polisacáridos, celulosa, colesterol, y ácidos linoléico, propiónico y oléico.

#### **Segundo plato:**

Proteínas con isoleucina, leucina, lisina, metionina, hierro, fósforo, magnesio, zinc, niacina y riboflavina.

#### **Postre:**

Lactosa, caseína, lactoalbumina, calcio y fósforo y además ácido málico, más polisacáridos, ésteres amílico y fórmico y acetaldehído.

Seguro que, muy discretamente, te levantarías y huirías de semejante antro....sin darte cuenta de que lo que acabas de rechazar no es más que unos huevos revueltos con queso, cebollas y tomates, un filete de ternera, un vaso de leche y una manzana. Y es que lo que comemos no es mas que eso átomos y moléculas....¡pura química!



De hecho, todos los cocineros y las cocineras son químicos –aunque muchos no lo sepan– y todos los químicos son cocineros, aunque también lo desconozcan.

De hecho la química empezó en la cocina. Las primeras reacciones químicas hechas por el ser humano se hicieron asando alimentos, cociéndolos, mezclándolos, haciendo emulsiones, sazonándolos, friéndolos, filtrándolos, espesando salsas o destilando líquidos. Incluso llegaron a dominar operaciones bioquímicas complejas, como la fermentación para producir cerveza y miles de clases de quesos, panes y vinos.

La finalidad de todo era simple: conservar los alimentos y hacerlos más digeribles y atractivos modificando su estructura molecular. Pero para llegar a ello tuvieron que hacerse multitud de experimentos y con ellos multitud de errores.

Visto con los ojos de un científico, la cocina está llena de productos químicos para cocinar, como pueden ser el agua, el cloruro sódico (sal común), los aceites y grasas, el ácido acético (vinagre), la sacarosa (azúcar), proteínas (huevos, carne, pescado), los almidones (patatas y harina) y las vitaminas (frutas y verduras).

Pero no solo encontramos química en los alimentos. Al acecho encontramos bacterias u hongos, dispuestos a acabar con ellos, sin contar con el efecto de los gases del aire, la humedad o la falta de ella, el frío y el calor o la acción de la luz, que pueden alterarlos y descomponerlos. En estos casos también la química nos sirve de ayuda.



## LAS CONSERVAS.

Toda la comida está continuamente atacada por muchos tipos de microorganismos, en plena carrera para comer cuanto más mejor. Pero nosotros podemos ayudar a unos a ganar la carrera y ponerles la zancadilla a otros para que la pierdan. Las bacterias que no nos interesan son las que echan la comida a perder, la pudren. A por ellos vamos.

Los pepinillos se conservan en vinagre porque es un ácido muy fuerte y mata todas las bacterias que hacen pudrir la comida. Pero el vinagre no es la única solución, también está la fermentación. Cuando se fermenta comida se consigue hacer crecer los microorganismos “buenos”, a la vez que se evitan los “malos”, los que hacen que la comida se eche a perder. ¡Así conseguimos conservar la comida y darle un toque de sabor y textura muy interesante!

- El **queso** se consigue haciendo que las bacterias de la leche se coman los azúcares y produzcan un ácido que combinado con otro producto ayudan a que cuaje. Otros microbios ayudan luego a que madure hasta ser un buen queso manchego.
- El **vino** se consigue añadiendo a las uvas machacadas levaduras que se comen los azúcares de las uvas y producen alcohol
- Las **anchoas** se consiguen empapando los boquerones en salmuera. Así se hace que crezca el ácido láctico: una bacteria que se come los azúcares y produce un ácido de sabor agrio y que ayuda a conservarlos. La sal ayuda a este microbio a crecer más rápido que el resto de microbios. Pero hay que acertar en la cantidad, muy poco puede no hacer que ganen y mucho puede matar las bacterias que queremos.



Las bacterias “malas” tienen un aliado: el oxígeno. Hay que evitar el oxígeno en la fermentación o ganarán las bacterias que pudren la comida. Por eso una vez lleno el tarro hay que hacer el vacío, es decir hay que hervir lo al baño María de esta manera se expulsa el oxígeno residual que haya podido quedar dentro del tarro. Si prestáis atención cuando se abre una conserva se oye un “pop”. Eso significa que había el vacío.

La temperatura es también fundamental para que nuestra bacteria gane la carrera, demasiado calor o frío puede ayudar a sus competidoras.

- Si los **boquerones** se ponen en vinagre....otra excelente tapa para el aperitivo!
- Las **confituras** y **mermeladas** son otra forma de conservar los alimentos. Esta vez se utilizan los azúcares. Al igual que en el caso de la sal, la alta concentración de azúcar eleva la presión osmótica y provoca la inhibición del crecimiento bacteriano. Las bacterias pierden agua, se desecan y así se impide que se multipliquen. Como el contenido de azúcar en las frutas suele ser relativamente bajo para su conservación, hay que añadirla, pero siempre en la medida justa. Si se añade demasiada azúcar la mermelada no cuaja y se forman cristales que alteran la textura y la consistencia, mientras que si se añade poca la mermelada puede fermentar.

Las conservas jugaron un papel muy importante en el descubrimiento de América en 1492. En la época de colon muchos viajes se frustraban porque la tripulación moría de escorbuto, una enfermedad producida por la falta de vitamina C. El encargado de la comida de la Niña, la Pinta y La Santa María hizo embarcar muchas conservas ricas en vitamina C para evitarlo.



## **¿QUE ES UN ÁCIDO Y QUE UNA BASE?**

Diferentes tipos de sustancias se pueden combinar de muy distintas formas. Algunas sustancias reaccionan químicamente con otras cuando las ponemos en contacto, recombiniéndose para formar una nueva sustancia. Dos clases de sustancias que se combinan muy rápidamente, y algunas veces violentamente son los ácidos y las bases.

Para entender la química de los ácidos y las bases, debemos empezar explicando el agua. Las moléculas de agua consisten en 2 átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (HOH). En el agua líquida algunas de estas moléculas se separan para dar lugar a dos tipos de iones: los iones positivos de hidrógeno ( $H^+$ ) y los iones de hidróxido ( $OH^-$ ) que son negativos. En el agua hay el mismo número de iones positivos que negativos porque cada molécula produce uno de cada. (es decir para que se forme uno es necesario que aparezca el otro).

Un ácido es una solución en la que hay más iones positivos ( $H^+$ ) que negativos ( $OH^-$ ). Y una base es una solución en la que hay más iones negativos ( $OH^-$ ) que positivos ( $H^+$ ).

Cuando combinamos un ácido con una base, los iones  $H^+$  del ácido y los iones  $OH^-$  de la base se combinan entre sí para dar lugar a una molécula de agua, (HOH) o lo que es lo mismo ( $H_2O$ ).

Al mismo tiempo, otros iones se forman otras moléculas como sales y gases. El tipo de moléculas que se forme dependerá de las sustancias que se combinen. Muchas sustancias son buenas indicadores de la acidez o basicidad de una solución. Por ejemplo la propuesta en el experimento de CosmoCaixa con la col lombarda.



## **ÁCIDOS Y BASES**

Cuanto mas variada sea nuestra alimentación mejor. Eso está claro. Pero ¿como funciona nuestro sistema digestivo para ser capaz de descomponer todo cuanto comemos? Sin duda debe ser muy eficiente, pues a excepción de algunas sustancias (por ejemplo la celulosa) todo cuanto es ingerido por nuestro organismo es descompuesto.

Para poder digerir los alimentos nuestro estómago tiene un complejo sistema basado, entre otros, en los ácidos y las bases.

Vamos a analizar con mayor detenimiento este aspecto: los ácidos y las bases. Las reacciones ácido-base permiten a realizar muchas experiencias caseras sencillas usando sustancias que se pueden encontrar fácilmente en un supermercado, en una farmacia, e incluso en casa. No necesitamos material de laboratorio para realizarlas, basta con usar utensilios de cocina.

Pero aunque las sustancias sean fácilmente accesibles y asequibles, es necesario tener en cuenta las normas de seguridad correspondientes, ya que alguna de estas sustancias pueden resultar peligrosas si no se manejan con precaución.

Para realizar estos experimentos necesitaremos sustancias ácidas, sustancias básicas e indicadores de ph.

Es muy fácil encontrar sustancias ácidas o básicas en casa. Los ácidos tienen un sabor ácido o agrio, mientras que las bases saben amargas y tienen un tacto jabonoso; de hecho, antiguamente los fabricantes de jabón comprobaban su sabor para establecer si era apto para comercializarlo, es decir, si se había eliminado suficientemente la base.

Mientras que algunas de estas sustancias son inofensivas (vinagre, agua carbonatada, jugo de limón, bicarbonato sódico, etc.), otras pueden resultar bastante peligrosas (agua fuerte, amoniaco, sosa cáustica, etc.), por lo que conviene manipularlas con cuidado.



Los indicadores de pH son también sustancias ácidas o básicas, pero débiles. Y su característica principal es que sus formas ácidas y básicas tienen colores distintos.

Y si piensas que lo difícil será encontrar un indicador de pH casero estas muy equivocados. Lo podemos obtener de sustancias naturales como los pétalos de rosa, el curri (si, la especia india), la col lombarda o los medicamentos laxantes. En el experimento de Cosmocaixa lo van a hacer con la col lombarda así que nosotros nos centraremos en ella.



Imagen con **Copyright**

El extracto de col lombarda es uno de los extractos vegetales con más cambios de color, mientras que el extracto obtenido a partir de pétalos de rosa es prácticamente incoloro en un intervalo bastante amplio del pH, lo que hace que sea más visual y atractivo para la televisión trabajar con la col lombarda.

col lombarda									
color	rojo intenso	rojo violeta	violeta	azul violeta	azul	azul verde	verde azulado	verde	amarillo
pH	< 2	4	6	7	7.5	9	10	12	>13

Imagen con **Copyright**

Pero antes una recomendación: es conveniente observar los colores de estos extractos con la luz solar o con la luz de una bombilla de filamento incandescente (normal o halógena), ya que la luz de las bombillas de bajo consumo o la de los tubos fluorescentes puede alterar el tono del color.

Para poder comparar distintos pH ahí va una tabla en la que se relacionan cada sustancia con su pH:





pH que presentan algunas sustancias corrientes			
sustancia	ph	sustancia	ph
jugos gástricos	2,0	amoníaco casero	11,5
limones	2,3	leche de magnesia	10,5
vinagre	2,9	pasta de dientes	9,9
refrescos	3,0	disolución saturada de bicarbonato sódico	8,4
vino	3,5	agua de mar	8,0
naranjas	3,5	huevos frescos	7,8
tomates	4,2	sangre humana	7,4
lluvia ácida	5,6	saliva (al comer)	7,2
orina humana	6,0		7,0
leche de vaca	6,4	saliva (reposo)	6,6

### **COCINAR CON ÁCIDOS: MARINAR (COCER), CONSERVAR, ETC...**

Una forma conocida desde tiempos inmemoriales de cocinar en frío (o mejor dicho de conservar la comida) es marinándola. En realidad cuándo marinamos una carne o un pescado lo que hacemos es desnaturalizar sus proteínas con la acción de un ácido (jugo de limón, vinagre, salsa de tomate, etc.). Pero ¿como se hace?

El arte de marinar está presente en muchas culturas. Eso nos indica que por distintos caminos el hombre llegó a una misma conclusión: había que hacer algo para que las carnes y el pescado no se echaran a perder. En Europa se marinan las carnes sobretodo, mientras que en América latina (por poner un ejemplo) se hace el cebiche que es una manera de marinar el pescado.

De hecho cuando marinamos una proteína lo que estamos haciendo es lo mismo que cocinar: la preparemos para que dure más tiempo antes de que las bacterias y los hongos se apoderen de él. Es decir, marinar no es más que una manera de cocinar los alimentos en frío.



Otra forma de conservar los alimentos es escabechar, que, al menos químicamente, es lo mismo que marinar: una desnaturalización ácida de proteínas que ablanda la carne y además la sazona.

La compleja configuración de una proteína es muy delicada. Puede modificarse por 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. Otro ejemplo: 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.

### **EL VINAGRE**

El vinagre también es un conservante natural de los alimentos. La mayonesa, salsa picante, mostaza, el ketchup, salsa de tomate y los encurtidos son conservados con vinagre. El vinagre se utiliza en la industria alimenticia por tener la propiedad de reducir el pH de los alimentos para evitar el crecimiento de bacterias. Aunque también hay que añadir que su sabor también ayuda a mejorar el de los alimentos que se conservan.

Incluso fuera del ámbito estricto de la alimentación el vinagre también se utiliza como agente bactericida. Tanto en el hogar como a nivel industrial, el vinagre se utiliza para eliminar bacterias que pueden ser dañinas a la salud. Evita el crecimiento de hongos, desinfecta los equipos que se utilizan para procesar alimentos y neutraliza los malos olores característicos de ciertos alimentos.



## **ÍTEMS SECUNDARIOS**

### **¿COCER SIN CALENTAR?**

Las cocciones en frío son los marinados, que existieron desde tiempos inmemoriales. No es más que la utilización de ácidos o bases en las cocinas. Por ejemplo la salmuera (sardinas en salmuera), es una cocción en frío, es un proceso por ósmosis. Hay una deshidratación del producto y gracias a ello se produce una conservación y por tanto una cocción.

La utilización del vinagre, del limón y de elementos como las especias, que en algunos casos son ácidas, sirve para conservar y para cocer en frío.

### **TRANSFORMAR AGUA EN VINO (Y VINO EN AGUA)**

Es un truco clásico de magia. En este truco el mago toca con su varita un vaso lleno de “agua” y rápidamente lo vierte en una típica copa de vino, pero vacía. De repente el “agua” se convierte en “vino rosado”. Luego añade el “vino rosado” a un tercer vaso y se transforma de nuevo en “agua”.

Si queréis os explico el truco.

Para hacerlo necesitamos una cucharilla, dos vasos, una copa de vino, sosa cáustica, agua fuerte, fenolftaleína (que es un indicador de pH que podemos extraer de las pastillas laxantes) y agua.

El procedimiento, añadiendo la teatralidad que se quiera, sería el siguiente. Se llena un vaso con agua y se le añade unos mililitros de fenolftaleína (que es incolora). Esta disolución será el “agua”. A continuación se prepara una disolución de sosa cáustica y otra de agua fuerte de similar concentración. Se añade 1 gota de sosa a una copa, 2 gotas de agua fuerte a un vaso, 3 gotas de sosa a otra copa y 4 gotas de agua fuerte a otro vaso. (Si te fijas hemos ido



aumentándola concentración en cada recipiente de esta manera cambiamos el ph cada vez: básico→ácido→ básico→ ácido).

Seguidamente se añade el “agua” contenida en el vaso a la copa de vino, que contiene 1 gota de sosa cáustica, y adquirirá inmediatamente un color tinto-rosado, que es el de la fenolftaleína en medio básico. A continuación se vierte el “vino” al siguiente vaso, donde se ha añadido 2 gotas de agua fuerte, y la disolución pierde otra vez su color ya que la fenolftaleína en medio ácido es incolora. Finalmente, se repite el procedimiento con la copa y el vaso que queda, convirtiendo el “agua” en “vino” y el “vino” en “agua” una vez más.

### **OXIDACIÓN DE LA FRUTA. UNA REACCIÓN QUÍMICA.**

Sabes que muchas frutas se vuelven oscuras con el paso del tiempo. Una gran parte de este proceso de “envejecimiento” sucede por la acción del oxígeno del aire. Las frutas, como las manzanas, pueden conservarse en la nevera (por refrigeración), que hace más lento el proceso, o cubriéndolas para evitar que el oxígeno oxide la fruta.

Para verlo podemos realizar una sencilla experiencia. Solo necesitamos una manzana fresca el zumo de un limón y papel film (plástico fino) para conservar alimentos.

Debemos cortar la manzana en tres trozos. Uno de ellos lo cubrimos con el film de plástico. Otro lo impregnamos con zumo de limón. Y el tercer trozo lo dejamos tal cual, ya que nos servirá de referencia. A continuación debemos dejarlos en una mesa lejos del sol. ¿Qué sucede? El trozo cubierto por el plástico estará en buenas condiciones mientras que el trozo descubierto se quedará oscuro. Pero ¿y el trozo cubierto con el zumo de limón? También estará en buen estado ya que el zumo de limón contiene vitamina C (ácido ascórbico), que es un antioxidante. En otras palabras, previene o hace más lenta la acción del oxígeno sobre la fruta.



## **EL HIERRO**

Otro de los elementos de la tabla periódica fundamental en nuestra alimentación es el hierro. Veamos que sabemos de él. Sabemos que el hierro es atraído por un imán, que conduce la electricidad y que se oxida en contacto con el aire húmedo. Pero ¿y en relación a nuestra alimentación?

- El mito de las espinacas: El mito de Popeye poniéndose cachas al comer espinacas es falso. Un científico se equivocó y en 1937 se descubrió que tenían 10 veces menos hierro de lo que se había dicho.
- Hay hierro en la carne roja y en las verduras y legumbres; el primero se aprovecha más por el cuerpo que el segundo.
- El hierro es agregado a los alimentos para garantizar que el consumidor reciba suficiente cantidad de este vital elemento. Sin una adecuada cantidad de hierro, los glóbulos rojos de la sangre podrían no estar en condiciones de transportar oxígeno a los tejidos y es que la escasez de hierro provoca anemia por deficiencia de hierro, condición que provoca fatiga crónica.



## ¿COCINA O LABORATORIO?

La cocina tiene muchos elementos propios de un laboratorio: ácidos, bases,...En la tabla que sigue aparecen algunos ácidos y bases fáciles de encontrar en nuestras casa:

<b>ácidos y bases caseros</b>	
<b>ácido o base</b>	<b>donde se encuentra</b>
ácido acético	vinagre
ácido acetil salicílico	aspirina
ácido ascórbico	vitamina C
ácido cítrico	zumo de cítricos
ácido clorhídrico	sal fumante para limpieza, jugos gástricos
ácido sulfúrico	baterías de coches
amoníaco (base)	limpiadores caseros
hidróxido de magnesio (base)	leche de magnesia (laxante y antiácido)

## **LINKS DE INTERÉS**

<http://www.exploratorium.edu/cooking/eggs/activity-naked.html>

(como conservar un huevo deshaciéndole la cáscara con vinagre)

<http://www.bbc.co.uk/science/hottopics/cooking/cheftips.shtml>

(Química culinaria)