

# INVESTIGANDO LA QUÍMICA



*Asociación de Químicos de Castilla y León*

La Arcilla:  
Aplicación  
actual y futura

Revelado  
de fotografías  
ESTENOPEICAS

Crecimiento de  
**MONOCRISTALES**

La tela de araña

Zumo de  
**NARANJA**

ANALOGÍAS en  
Química

**OGM' s**

Estudio del **TABACO**

Química  
de los Alimentos

**Antiinflamatorios:**  
Utilidad de las reacciones  
endotérmicas

*Revista nº 1 – 2014*

*I Concurso Investigación Química*

# Revista Investigando la Química

## Índice

Página

---

<b>Bienvenida del Presidente</b>	3
<b>Editorial</b>	4
<b>Analogías en Química</b>	6
<i>Alejandro Álvarez, Ignacio García, Luis Rodrigo Alonso, y Sergio Canseco. Profesor Javier Baeza. Colegio Ntra Sra de Lourdes. Valladolid</i>	
<b>Crecimiento de monocristales de NaCl, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> y NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub></b>	20
<i>Adolfo Gallego, Mónica Merino, Verónica Villar, Rodrigo Casado. Profesor Juan Antonio Sanz. I.E.S. Mariano Quintanilla, Segovia</i>	
<b>Estudio del tabaco</b>	26
<i>Alfonso Martín, Luis Pisonero, Marta Lozano, y Patricia Ruíz. Profesor Fernando Iglesias Colegio Ntra Sra de Lourdes. Valladolid</i>	
<b>Las propiedades de la arcilla y su aplicación actual y futura</b>	38
<i>Carmen Beltrán, Jimena Bayón, María Criado, y Alicia González. Profesora Helena Roncero Compañía de María La Enseñanza. Valladolid</i>	
<b>La química en el revelado de fotografías estenopeicas</b>	47
<i>Manuel Bejarano, Carlos García, Daniel Maíllo, y Celia Rodríguez. Profesora María del Mar González I.E.S. Vía de la Plata, Guijuelo (Salamanca)</i>	
<b>La tela de araña</b>	58
<i>Claudia Miguel, Sara Gómez, Germán Higuelmo, y María Angulo. Profesora Helena Roncero Compañía de María La Enseñanza. Valladolid</i>	
<b>Organismos Genéticamente Modificados</b>	63
<i>Julia García, Marta Gil, Lara Suárez, y Alejandra Vela. Profesora Helena Roncero Compañía de María La Enseñanza. Valladolid</i>	
<b>Química de los alimentos</b>	83
<i>Francisco Benito, Esther García, Nieves Gómez, Lucía Luengo, y Antonio Polo. Profesora María Vega Garrido I.E.S. Vía de la Plata, Guijuelo (Salamanca)</i>	
<b>Uso de reacciones endotérmicas como antiinflamatorio</b>	102
<i>Elena Castrodeza, Javier Sánchez, y María Gil. Profesor José Ignacio Esquinas Colegio La Inmaculada., Ponferrada (León)</i>	
<b>Zumo de naranja</b>	109
<i>Eva Agúndez, Raquel Burgoa, Marta De La Fuente, y Sara Herreros. Profesora Elena López Compañía de María La Enseñanza. Valladolid</i>	

---

# Bienvenida del Presidente

---

La Asociación de Químicos de Castilla y León nació hace tres años con el objetivo de representar al colectivo químico de la región, luchar por el prestigio y la proyección social de la Química y de sus profesionales, y a la vez para mejorar su imagen social. Para ello estamos desarrollando continuas actividades en el ámbito educativo, social y profesional.

Dentro del campo de la educación, consideramos de vital importancia hacer llegar a los alumnos de secundaria y bachillerato de Castilla y León la importancia que tiene la Química en nuestras vidas y nuestro entorno. Esta es la razón por la que nos decidimos a lanzar el I CONCURSO DE INVESTIGACIÓN QUÍMICA, esperando que ayude a despertar en nuestros jóvenes estudiantes la vocación investigadora en nuestra disciplina.

Creemos que el esfuerzo de profesores y alumnos participantes debe quedar reflejado en un documento por escrito, por lo que nos parece primordial publicar una revista con los trabajos presentados. Como se deduce de los trabajos que se recogen a continuación, es evidente que su esfuerzo ha merecido la pena.

El éxito de esta primera edición en cuanto a número y calidad de los trabajos presentados nos anima a seguir en esta senda y a trabajar en futuras ediciones para que esta revista que hoy aparece sea el primer volumen de una larga serie.

No quiero terminar sin agradecer la participación de todos los que se han implicado en este proyecto, desde los alumnos y profesores participantes, hasta las empresas y entidades que han colaborado y permitido que este proyecto que iniciamos con entusiasmo llegue a buen puerto.

Fernando Villafañe  
Presidente de AQCyL

<http://www.quimicoscyl.org>

# Editorial

---

*"Los hombres aprenden mientras enseñan"*

SÉNECA

***Investigando la química*** es una revista digital de periodicidad anual, editada por la Asociación de Químicos de Castilla y León, dirigida principalmente a alumnos y profesores de enseñanza medias. La revista está destinada a la publicación de los trabajos de investigación seleccionados en el CONCURSO DE INVESTIGACIÓN QUIMICA, iniciativa de AQCyL en colaboración con la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León. El concurso va dirigido a los alumnos de 3º y 4º de Educación Secundaria, 1º de Bachillerato y alumnos de grado Medio de FP relacionados con la rama Química.

***Investigando la química*** comienza con este primer número su andadura, materializando un proyecto que pretende utilizar la investigación científica como instrumento de aprendizaje y que permite despertar la curiosidad, creatividad y capacidad de innovación de los estudiantes. Los profesores tienen un papel indispensable y determinante en el desarrollo de estos trabajos de investigación.

El objetivo educativo principal de la realización de un Trabajo de Investigación es el aprendizaje de dos habilidades: la habilidad investigadora y la habilidad de comunicar por escrito y oralmente lo investigado. Por ello nos pareció necesario dar a conocer los mejores trabajos del I CONCURSO DE INVESTIGACIÓN QUIMICA, la calidad de los mismos sorprenderá a los lectores.

La revista está estructurada en base a diez trabajos, de temática muy interesante y variada como veremos. Con el crecimiento de monocristales se rinde un homenaje al año internacional de la cristalografía, aprenderemos que la arcilla es un buen material refrigerante y que el zumo de naranja comercial tiene más vitamina C que lo señalado en su etiqueta. El análisis bioquímico de distintos alimentos facilita el conocimiento de los tipos de moléculas orgánicas, elaborar antiinflamatorios a partir de productos de uso cotidiano, los avances y las nuevas aplicaciones de los Organismos Genéticamente Modificados y la observación algunas de las sustancias repugnantes extraídas de los cigarrillos, permite acercar la ciencia a nuestro entorno más cercano. Por último, destacar la originalidad al explicar la difracción de partículas alfa con plastilina y agujas, de fabricar una máquina de fotografía y obtener fotos con calidad aceptable y de hacer patinar a una araña en su propia tela.

Aprovecho este epígrafe editorial para agradecer a profesores, alumnos, Centros Educativos y, Jurado su implicación en este proyecto. A Mila Blanco, secretaria técnica de AQCyL y a Alejandra Solis, secretaria técnica en prácticas, por la confección del primer número de la revista: ***Investigando la química.***

Begoña Núñez

Presidente de la Sección Técnica de Enseñanza de AQCyL

<http://www.quimicoscyl.org>

# Analogías en Química

*Alejandro Álvarez, Ignacio García, Luis Rodrigo Alonso, y Sergio Canseco*

*Profesor Javier Baeza*

*Colegio Ntra Sra de Lourdes. Valladolid*

Se ha pretendido hacer una investigación didáctica. Forman este trabajo dos analogías sobre la experiencia de difracción de partículas alfa de Rutherford: A) y una Analogía de la variación de la energía potencial con la distancia en el enlace entre dos átomos.

## **Introducción**

Se ha pretendido hacer una investigación didáctica.

Forman este trabajo dos analogías sobre la experiencia de difracción de partículas alfa de Rutherford, y una analogía de la energía de enlace (variación de la energía potencial con la distancia entre los átomos)

I) Analogías de la experiencia de Rutherford de difracción de partículas alfa:

A) El profesor nos dio una esfera de plastilina (átomo). Es como una “caja negra”. Debemos averiguar cómo es por dentro sin abrirla. Se nos dio una larga y fina aguja (símbolo del fino chorro de partículas alfa)

Establecimos una estrategia de trabajo. Consistió en pinchar con la aguja en dos planos ecuatoriales ortogonales.

Se ha elaborado un guión para los alumnos de 3º ESO.

B) Otra analogía para la misma Experiencia de Rutherford:

Construimos artesanalmente: una caja rectangular con bordes algo elevados. En ella dibujamos un círculo (sección del átomo) y, concéntrico con él, otro mucho más pequeño (sección del núcleo atómico).

Colocamos esta caja formando un plano cuya inclinación podíamos variar. En la parte superior de la caja se puso una tablilla que hiciese de barrera y en el compartimento formado, echamos unos pequeños perdigones (partículas alfa) homogéneamente distribuidos en la anchura de la caja. Levantamos la barrera y vimos cómo se habían distribuido homogéneamente en su parte inferior. Repetimos ahora la experiencia situando en el centro del círculo el pequeño cilindro metálico. Al levantar la barrera y caer los perdigones, había cambiado la distribución de los mismos y se observaba un valle en el centro y dos

máximos aproximadamente simétricos a ambos lados.

Realizamos un guion para los alumnos de 3º, 4º ESO y Bachillerato.

II) Analogía de la variación de la energía potencial con la distancia en el enlace entre dos átomos.

Tomamos un tubo de plástico transparente y lo sujetamos a unos ejes cartesianos, mediante soportes y barras rígidas. Le dimos la forma que tiene la gráfica “Energía potencial – distancia entre átomos”.

Introducimos dos esferitas de acero (símil de los átomos, por ejemplo, de hidrógeno, unidos formando la molécula H-H) que fueron a situarse en el mínimo de la gráfica (tubo)

Para “romper” esa situación (el enlace) debimos gastar energía. Lo simulamos separando las bolitas mediante imanes y elevándolas a una posición de mayor energía potencial y, por tanto, de más inestabilidad. Apenas retiramos los imanes volvieron espontáneamente a juntarse en la posición inicial de mínima energía.

Completamos esto con la representación de una reacción, mediante esferitas de plastilina y palillos. Se evidenció que una reacción química consiste en romper los enlaces de los reactivos, y con los mismos átomos que teníamos, formar otras sustancias nuevas.

Esto visualiza el ajuste de reacciones y por qué se cumple la Ley de Lavoisier.

Redactamos un guión para cada una de estas dos partes de la experiencia.

### Consultas previas

Después de consultada la bibliografía y la webgrafía que figura al final de este artículo, no hemos encontrado ningún trabajo que se asemeje a los que nosotros presentamos en las páginas que siguen.

## I. Analogía de la difracción de partículas alfa de Rutherford

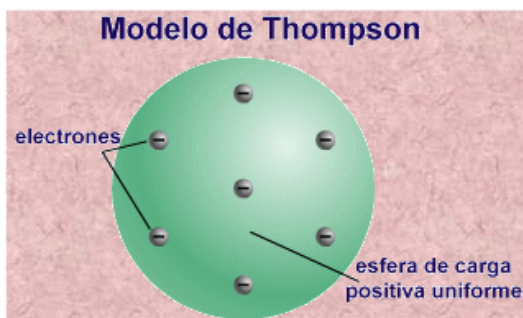
### A. Esfera de plastilina

El objetivo de esta práctica es:

- Tratar de ayudar a comprender la estructura del átomo, mediante una analogía.
- Pretendemos realizar una investigación metodológica para facilitar la comprensión de fenómenos microscópicos difíciles de entender, por ser imposible la experiencia de los mismos en la vida cotidiana.

Introducción teórica:

Hasta 1909, año en que se realizó la experiencia de Rutherford, se pensaba que el átomo era como una especie de esfera positiva, donde reside toda su masa, en la que se encuentran incrustados un número igual de electrones, como si fuera un pastel con pasas. Con esta experiencia se demostró que el átomo no era así, sino que tenía un núcleo (modelo nuclear del átomo). Este nuevo modelo nuclear afirmaba lo siguiente: *el átomo tiene un núcleo central en el que se concentra toda la masa y la carga positiva del átomo, en la corteza están girando los electrones en número igual al de protones. El átomo está prácticamente hueco. El núcleo del átomo es muy denso.*



Para descubrir esto, Rutherford y sus colaboradores realizaron la experiencia de bombardear con partículas alfa (núcleos del gas helio) una fina lámina de metal. El resultado esperado era que las partículas alfa atravesasen la fina lámina sin apenas desviarse. Para observar el lugar de choque de la partícula colocaron, detrás y a los lados de la lámina metálica, una pantalla fosforescente.

Las partículas alfa tienen carga eléctrica positiva, y serían atraídas por las cargas negativas y repelidas por las cargas positivas. Sin embargo, como en el modelo atómico de Thomson las cargas positivas y negativas estaban distribuidas uniformemente, la esfera debía ser eléctricamente neutra, y las partículas alfa pasarían a través de la lámina sin desviarse.

Sin embargo, los resultados fueron sorprendentes. Tal y como esperaban, la mayor parte de las partículas atravesó la lámina sin desviarse. Pero algunas sufrieron desviaciones grandes y, lo más importante, un pequeño número de partículas rebotó hacia atrás.

La interpretación que dieron fue que en el átomo distinguimos dos partes: el núcleo y la corteza.

- El núcleo es la parte central del átomo y contiene partículas con carga positiva, los protones, y partículas que no poseen carga eléctrica, es decir son neutras, los neutrones. La masa de un protón es aproximadamente igual a la de un neutrón.

Todos los átomos de un elemento químico tienen en el núcleo el mismo número de protones. Este número, que caracteriza a cada elemento y lo distingue de los demás, es el número atómico y se representa con la letra Z.

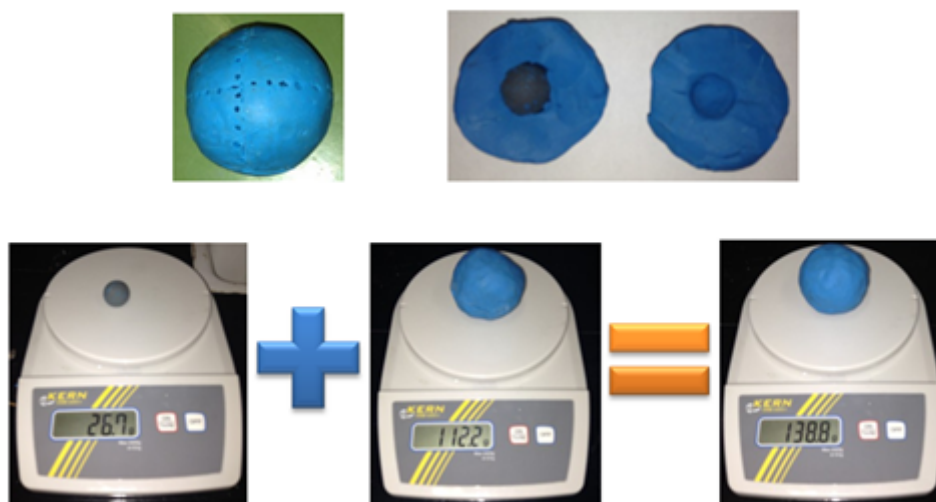
- La corteza es la parte exterior del átomo. En ella se encuentran los electrones, con carga negativa. Éstos, ordenados en distintos niveles, giran alrededor del núcleo. La masa de un electrón es unas 2000 veces menor que la de un protón.

Los átomos son eléctricamente neutros, debido a que tienen igual número de protones que de electrones. Así, el número atómico también coincide con el número de electrones.

Materiales utilizados

- Una bola de plastilina de masa 112,22 g y 5,81 cm. (átomo).
- Una aguja de tejer de 19,5 cm de largo y 0,17 cm de diámetro. (chorro de partículas  $\alpha$ ).
- Bola dura (de ratón) de masa 26,7 g de masa y 2,1 cm de diámetro (núcleo).





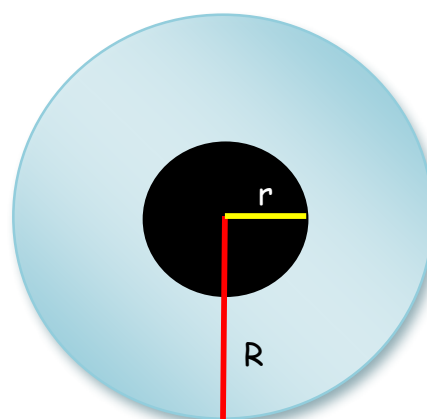
Método de trabajo:

Lo primero que hicimos fue comprobar que teníamos todos los materiales que necesitábamos y los medimos. Después, pensamos en cómo descubrir lo que tenía nuestra esfera de plastilina. Llegamos a la conclusión de que lo mejor era clavar la aguja en diferentes puntos de un plano meridiano ya trazado anteriormente por nosotros. Comprobamos inmediatamente que había un objeto duro en su interior.

Volvimos a realizar este último paso, pero esta vez sobre un plano

meridiano perpendicular al anterior. En cada punto que clavábamos, medíamos cuántos centímetros de la aguja habían entrado:  $\Delta r = R - r$ . Con esto pretendíamos conocer la forma y el tamaño del objeto que hay en el interior de la esfera.

Hacemos un croquis provisional, pues todavía no sabemos con certeza su tamaño ni su forma:



Tablas de datos:  $\Delta r = R - r = x$

Primer plano meridiano:

	$x_i$	$\bar{x}$	$d_i = \bar{x} - x_i$	$d_i^2$	V	$\sigma$
1°	2,1		0,1	0,01		
2°	2,4		0,2	0,04		
3°	2,8		0,6	0,36		
4°	2,7		0,5	0,25		
5°	2,8		0,6	0,36		
6°	2,9		0,7	0,49		
7°	2,7		0,5	0,25		
8°	2,9		0,7	0,49		
9°	2,8		0,6	0,36		
10°	2,7		0,5	0,25		
11°	2,3		0,1	0,01		
12°	2		0,2	0,04		
13°	1,5	2,2	0,7	0,49	0,27	0,52
14°	1,5		0,7	0,49		
15°	1,5		0,7	0,49		
16°	1,5		0,7	0,49		
17°	1,5		0,7	0,49		
18°	1,6		0,6	0,36		
19°	1,6		0,6	0,36		
20°	1,6		0,6	0,36		
21°	1,7		0,5	0,25		
22°	1,7		0,5	0,25		
23°	2		0,2	0,04		
24°	2,2		0	0		
25°	2,3		0,1	0,01		
26°	2,5		0,3	0,09		
27°	2,6		0,4	0,16		
28°	2,7		0,5	0,25		
	$\Sigma x_i = 61,1$		$\Sigma d_i = 13,1$	$\Sigma d_i^2 = 7,49$		

Segundo plano meridiano:

	$x_i$	$\bar{x}$	$d_i = \bar{x} - x_i$	$d_i^2$	V	$\sigma$
1°	1,5		0,7	0,49		
2°	1,5		0,7	0,49		
3°	1,7		0,5	0,25		
4°	1,7		0,5	0,25		
5°	1,9		0,3	0,09		
6°	2,1		0,1	0,01		
7°	2,3		0,1	0,01		

8°	2,2	0	0		
9°	2,5	0,3	0,09		
10°	2,5	0,3	0,09		
11°	2,7	0,5	0,25		
12°	2,6	0,4	0,16		
13°	2,7	2,2	0,5	0,25	0,22 0,47
14°	2,8	0,6	0,36		
15°	2,8	0,6	0,36		
16°	2,9	0,7	0,49		
17°	2,6	0,4	0,16		
18°	2,6	0,4	0,16		
19°	2,5	0,3	0,09		
20°	2,5	0,3	0,09		
21°	2,5	0,3	0,09		
22°	2,6	0,4	0,16		
23°	2,4	0,2	0,04		
24°	2,2	0	0		
25°	2,2	0	0		
26°	2	0,2	0,04		
27°	1,7	0,5	0,25		
28°	1,6	0,6	0,36		
29°	1,5	0,7	0,49		
30°	1,5	0,7	0,49		
31°	1,4	0,8	0,64		
	$Sx_i = 68,2$	$Sd_i = 12,6$	$Sd_i^2 = 6,7$		

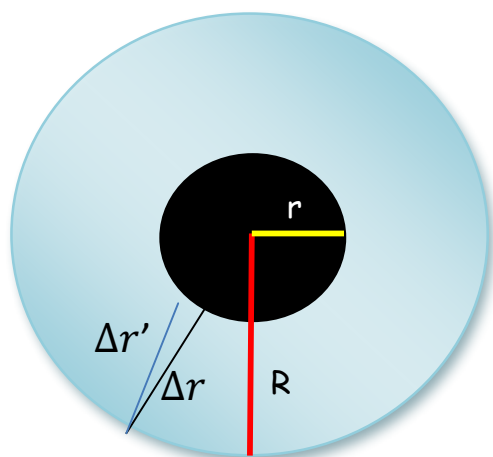
Interpretación de los resultados y conclusiones:

En el resultado de los cálculos numéricos de la tabla, observamos que la desviación típica en ambos planos es notable: 0,52 cm y 0,47 lo que nos permite concluir que el cuerpo duro interior no está muy bien centrado, respecto de la esfera de plastilina. Sin embargo los valores medios en los dos casos son coincidentes: 2,2 cm y 2,2 cm, lo que nos permite afirmar que en el centro tenemos un cuerpo bastante simétrico. Podría ser una esfera o un poliedro regular mal centrado, un elipsoide centrado o incluso un cuerpo irregular con cierta simetría.

Nos damos cuenta de que deberíamos haber tomado al menos otros dos planos para sacar una conclusión más segura.

También ha podido influir en estos resultados el que al clavar la aguja, ésta no apuntara bien al centro en una dirección radial, sino algo desviada... Era muy difícil apuntar a un centro que no puedes ver.

$\Delta r' > \Delta r$  como puede verse en el gráfico que sigue



Abierta la bola de plastilina ante el profesor, vimos que efectivamente se trataba de una esferita cuyo radio midió  $r = 1,05\text{cm}$

El radio de la bola de plastilina era  $R = 2,905\text{cm}$  por lo que calculamos  $r$  mediante la siguiente fórmula  $r = R - \Delta r$  que nos queda  $r = 2,905 - 2,2 = 0,705\text{ cm}$

Si comparamos este radio que hemos calculado con el que hemos medido

experimentalmente nos queda un error relativo de un  $32,86\%$ . En nuestros trabajos cuantitativos de laboratorio, el error máximo que se nos permite es de un  $10\%$ . Por tanto, tampoco hemos podido precisar el tamaño del objeto, debido a las causas arriba mencionadas. Habría que estudiar mejor la metodología a seguir en la experimentación.

Creemos que esta analogía nos ayuda a los alumnos a comprender mejor la experiencia de Rutherford y la interpretación que dio a unos resultados que no se esperaba.

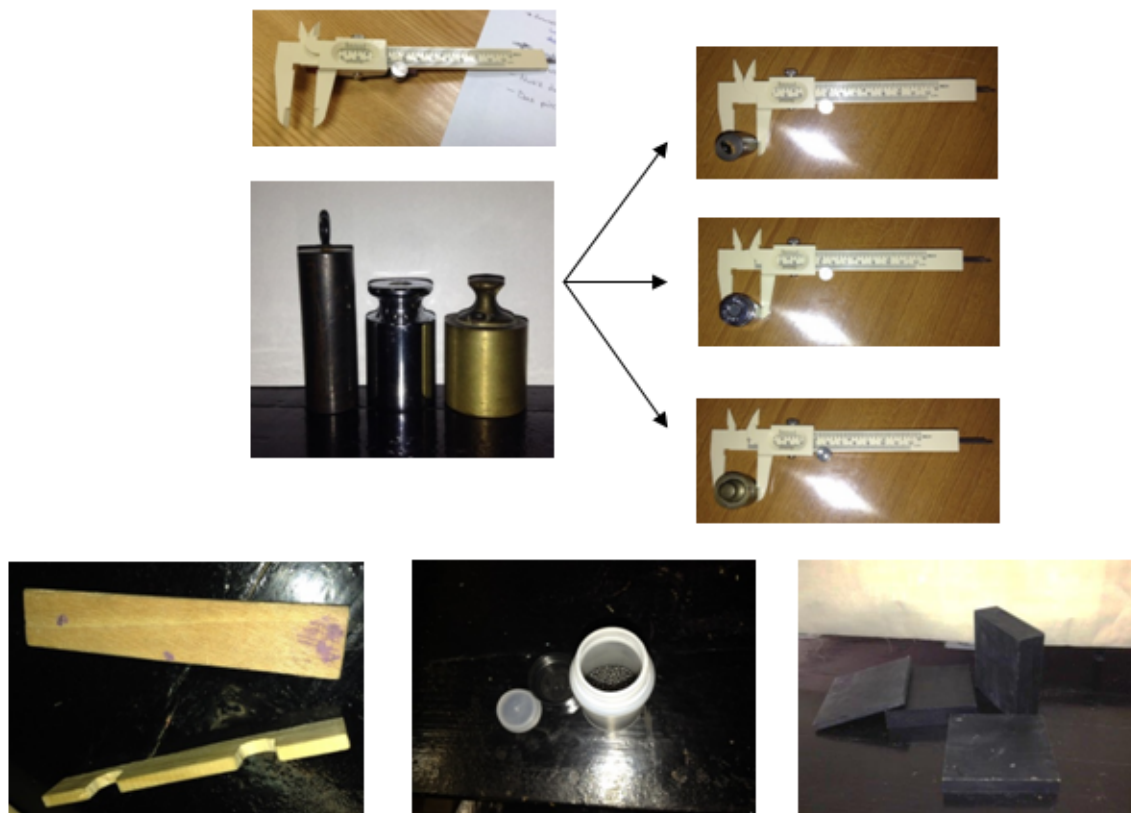
Desviación de esferitas metálicas

Objetivo de esta práctica:

Tratar de comprender la estructura del átomo.

Materiales utilizados:

- 1 Bandeja con rebordes (25,6•13,95cm) con dibujo de un círculo que simboliza la sección del átomo.
- 3 Cilindros de diferentes radios (símil del núcleo):
  - 1,51cm
  - 2,11cm
  - 2,37cm
- Una tablilla que haga de compuerta.
- Frasco con perdigones (símil chorro partículas  $\alpha$ ) o esferitas de rodamiento de unos 2 o 3 mm de diámetro
- Tacos de diferentes tamaños para conseguir que la bandeja quede en plano inclinado
- Cristalizador o vaso grande.
- Embudo grande
- 1 Calibre



Montaje:

Montamos la práctica dibujando en la tabla con rebordes una circunferencia que abarque todo el ancho de la tabla, y otra circunferencia de menor diámetro dentro de la de mayor tamaño, simulando el átomo y su núcleo.

Después, colocamos la bandeja con rebordes sobre uno de los tacos para crear una inclinación, y en la circunferencia de menor tamaño colocamos una pesa simulando el núcleo del átomo.

Luego encajamos la tablilla que haga de compuerta a lo ancho de la tabla con rebordes, volcamos los perdigones en la tabla pero justo antes de la compuerta.

Los perdigones han de estar en la parte elevada de la tabla homogéneamente distribuidos.

Este proceso lo repetimos con diferentes inclinaciones y con pesas de diferente diámetro simulando el núcleo, para ver en qué situación se observa mejor lo que experimento Rutherford.

Método de trabajo:

Colocamos la bandeja con un extremo apoyado sobre el taco para conseguir una pendiente, nivelándola puesto que quedaba inclinada de un lado, situamos la tablilla con función de compuerta para impedir que los perdigones se desplacen. En este intento no colocamos ningún obstáculo que simule el núcleo del átomo. Tras colocar los perdigones detrás de la compuerta, elevamos ésta rápidamente, esperamos varios segundos a que los perdigones queden en reposo y observamos su trayectoria y su colocación al final y la fotografiamos.

Tras esto, realizamos una segunda prueba en la cual colocamos ya una pesa cilíndrica que haga las veces de núcleo. Después, anotamos y fotografiamos la distribución de estas esferitas

Datos:

Hicimos cuatro pruebas con diferentes inclinaciones y diferentes obstáculos que simulaban el núcleo para ver que montaje cuál de ellas nos daba una analogía mejor.

Prueba a):

En esta primera prueba utilizamos el taco con la menor altura, y lo colocamos justo en el extremo de la tabla con rebordes, de tal manera que se forma un triángulo rectángulo. Entonces medimos los dos catetos y hallamos la tangente y el ángulo

-Altura del taco (Cateto a):0,99cm

-Cateto b: 25,6cm

Una vez que están tomadas las medidas realizamos

$$\tan^{-1}(0,99/25,6)=\alpha_1 \quad \alpha_1=2,21^\circ$$

Con este ángulo realizamos la experiencia con los tres tipos de pesas.

Las otras pruebas las realizamos de modo análogo:

Prueba b):

-Altura del taco (Cateto a):1,89cm

-Cateto b: 25,6cm

$$\tan^{-1}(1,89/25,6)=\alpha_2 \quad \alpha_2=4,22^\circ$$

Prueba c):

-Altura del taco (Cateto a):2,85cm

-Cateto b: 25,35cm

$$\tan^{-1}(2,85/25,35)=\alpha_3 \quad \alpha_3=6,41^\circ$$

Prueba d):

-Altura del taco (Cateto a):3,9cm

-Cateto b: 25,33cm

$$\tan^{-1}(3,9/25,33)=\alpha_4 \quad \alpha_4=8,75^\circ$$

Finalmente observamos que en la prueba en la que mejor se observa la analogía es la prueba b) con la pesa de menor diámetro.

$\alpha_2=4,22^\circ$  y el cilindro de diámetro: 1,52cm

Interpretación de los resultados y conclusiones:

Comparando en las fotos la distribución final de las esferitas (perdigones) sin obstáculo y con obstáculo, podría deducirse que en el centro hay algo que desvía las partículas, por lo que se produce un valle (zona de poca concentración de perdigones) y dos zonas de máxima acumulación, simétricas a ambos lados.

Y pensamos que esta es una analogía realizada con material sencillo que puede ayudar a comprender el mundo microscópico de la estructura interna del átomo.

Además con esta experiencia hemos observado cómo la mayoría de las partículas  $\alpha$  lanzadas por Rutherford pasaban sin siquiera desviarse y solo unas pocas se desviaban o incluso rebotaban.

Observación: Pensamos que si hubiéramos podido disponer de esferitas de acero del mismo tamaño que los perdigones se hubiera observado mucho mejor la experiencia, debido a que los choques en este caso serían aproximadamente elásticos, cosa que no ocurre con el plomo.

## II. Energía de enlace

Objetivo de esta práctica:

- Adquirir unos conceptos fundamentales como base para el estudio de la Química.
- Entender el comportamiento de los átomos y cómo actúa la energía

cuando se forman o se rompen enlaces.

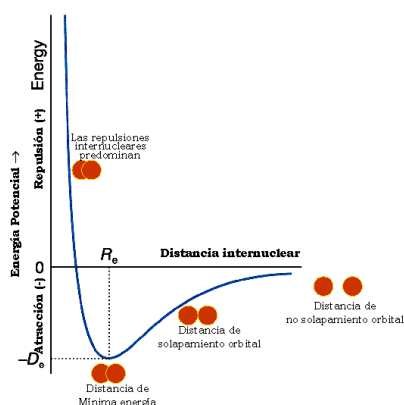
Materiales utilizados:

- Un tubo de silicona de 1,5 m de longitud y 1,5 cm de diámetro.
- Dos bolas de hierro de 0,6 cm de diámetro.
- Dos imanes de 6,98x1,93x0,79 cm
- Un calibre
- Cuatro varillas cilíndricas de 0,97 cm de diámetro
- Dos reglas correderas de 1 m
- Cuatro nueces dobles
- Dos soportes
- Cuatro guías



### Introducción teórica:

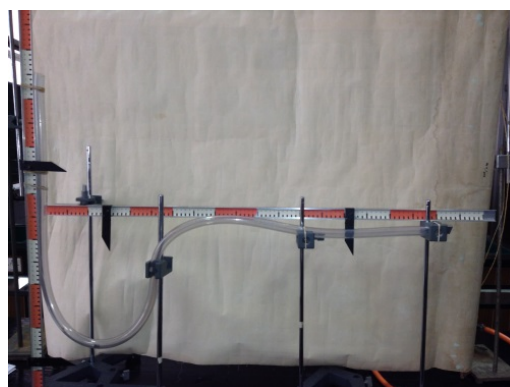
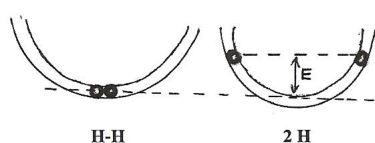
Una reacción química consiste en un nuevo reagrupamiento de los átomos de los reactivos para formar los productos. Esto supone la ruptura de ciertos enlaces y la formación de otros nuevos. Los enlaces más fuertes, o sea los más estables, tienen energías de enlace grandes. Los enlaces químicos principales son: enlaces covalentes, metálicos y iónicos.



Se define la energía de enlace como la energía liberada cuando se forma un mol de enlaces a partir de los átomos en estado gaseoso y fundamental. La longitud de enlace es la distancia de equilibrio entre los núcleos atómicos, esto es, el valor del valle en la curva de estabilidad energética.

### Método de trabajo:

Lo primero que hemos hecho ha sido preparar todo el material. El montaje lo hemos realizado con un tubo de silicona transparente al que hemos dado la forma de la curva de la energía potencial, respecto de la distancia entre átomos. Con dos reglas hemos simulado los ejes de abscisas y ordenadas.



Introducimos en el tubo dos esferitas de acero de 0,6 cm de diámetro. Observamos que se sitúan en el punto más bajo del tubo y tangentes entre sí (simularían dos átomos enlazados, por ejemplo, la molécula de hidrógeno: H-H).

Tomamos un imán con cada mano, de modo que los polos que queden hacia arriba sean del mismo nombre (Dos norte o dos sur).

Finalmente colocamos verticalmente los dos imanes, cada uno debajo de cada bolita, y los vamos arrastrando hacia arriba lentamente, para separarlos y darles mayor energía potencial (en la analogía, energía potencial gravitatoria).

Observamos que al retirar los imanes, las bolitas vuelven por sí mismas a su posición inicial, devolviendo la misma energía que les habíamos aportado.

Interpretación de los resultados y conclusiones:

Así como las esferitas separadas tienden a juntarse en el punto de mínima energía potencial al que corresponde la máxima estabilidad y desprenden el diferencial de energía entre ambos estados, los átomos libres tienden a formar moléculas por la misma razón.



Hemos visto que para separar las esferitas y elevarlas a un nivel superior de energía potencial tenemos que entregarles una energía. Lo mismo, para romper un enlace entre dos átomos debemos gastar energía.

La longitud de enlace estable corresponde al mínimo de energía.

Esta práctica nos ha ayudado a comprender el comportamiento de los átomos y moléculas al formarse y romperse enlaces, así como a pensar en la composición de la materia. Además hemos comprobado lo mucho que puede costar separar dos átomos enlazados formando una molécula.

## II. Formación y rupturas de enlaces (2ª parte)

Consideramos esta práctica como una prolongación complementaria a la anterior.

Objetivos de esta práctica:

- Adquirir unos conceptos fundamentales como base para el estudio de la Química.
- Comprender que una reacción o fenómeno químico esencialmente consiste en una reorganización de los mismos átomos (reactivos), rompiéndose algunos enlaces y formándose otros nuevos (productos).

Materiales utilizados:

- 12 bolas pequeñas de plastilina, más o menos del mismo tamaño, de color blanco
- 4 bolas medianas de plastilina, más o menos del mismo tamaño, de color azul.

- 12 trozos de palillos

Introducción teórica:

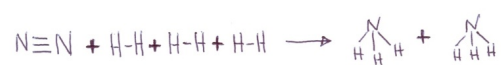
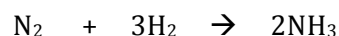
En las reacciones químicas los cambios alteran la naturaleza de las sustancias: desaparecen unas y aparecen otras con propiedades distintas. No es posible volver atrás por un procedimiento físico.

Una reacción química es un proceso por el cual una o más sustancias, llamados reactivos, se transforman en otra u otras sustancias con propiedades diferentes, llamadas productos.

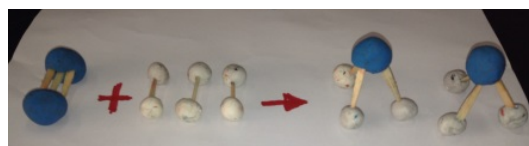
En una reacción química, los enlaces entre los átomos que forman los reactivos se rompen. Entonces, los átomos se reorganizan de otro modo, formando nuevos enlaces y dando lugar a una o más sustancias diferentes a las iniciales.

Método de trabajo:

Lo primero que hemos hecho ha sido hacer las bolitas de plastilina y partir seis palillos por la mitad. Con este material tan sencillo hemos formado los productos y los reactivos de la reacción química:



Después hemos grabado un video en el que se observan las distintas etapas de la reacción, es decir, los reactivos, la ruptura de sus enlaces y su reagrupación formando los productos.



Interpretación de los resultados y conclusiones:

En esta práctica, que tan solo consistía en juntar bolitas de plastilina con palillos, nos hemos percatado de que nos ha hecho pensar en lo que sucede en una reacción química. Lo primero que hemos observado es que las sustancias iniciales o reactivos se separan y se reagrupan, ya que al principio teníamos los átomos agrupados por parejas de iguales y al final, en los productos, estaban agrupados de cuatro en cuatro y no son iguales todos los átomos en cada molécula. Esta práctica por tanto nos ha servido para fijar conocimientos sobre diversos temas, como átomos, valencias, enlaces, moléculas y reacciones.

También observamos que el número de átomos de cada clase (N, H) en los reactivos, es igual que en los productos; esto justifica la necesidad del ajuste de la reacción y el hecho de que se cumpla la ley de Lavoisier de la conservación de la masa.

Con materiales muy sencillos hemos podido realizar una experiencia bastante didáctica para justificar los conocimientos sobre reacciones químicas y enlaces entre átomos.

## Referencias

Analogía de la difracción de partículas alfa de Rutherford

<http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/3/usrn/lentiscal/1-cdquimica-tic/FlashQ/1-Estructura%20A/ExperienciaRutherford/Thomson-Rutherford.htm>

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cuantica/rutherford/rutherford.html>

<http://www.eis.uva.es/~qgintro/atom/tutorial-04.html>

<http://perso.wanadoo.es/cpalacio/Rutherford2.htm>

<http://www.deciencias.net/simulaciones/quimica/atomo/rutherford.htm>

[http://es.wikipedia.org/wiki/Experimento\\_de\\_Rutherford](http://es.wikipedia.org/wiki/Experimento_de_Rutherford)

<https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0CFQQFjAE&url=http%3A%2F%2Fcienciashistoriatomo.blogspot.com%2F2008%2F05%2Fhistoria-del-concepto-atomo.html&ei=xVv4U8nWEIX80QXkiYDQDw&usq=AFQjCNHkrHkVAsWi70aDL2xQJPSFvyh2lw&sig2=mf-HYmB5B-FXMGJZxVm1Mw&bvm=bv.63808443.d.2k&cad=rja>

<http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81tomo>

<http://cienciashistoriatomo.blogspot.com.es/2008/05/historia-del-concepto-atomo.html>

<http://www.ojocientifico.com/2011/05/05/evolucion-de-la-teoria-atmica>

<http://es.scribd.com/doc/103192923/Evolucion-del-concepto-atomico>

Energía de enlace

BARROW G.M. "QUÍMICA FÍSICA" pág. 155-156 Ed. REVERTE Barcelona 1968

FUCHS W.R. "EL LIBRO DE LA FÍSICA MODERNA" pág. 97-99

NEGRO S.L. y ESTEBAN J.M. " CERCA de la QUÍMICA" pág. 104-105 Ed. ALHAMBRA Madrid 1975

RESNICK R. y HALLIDAY D." FÍSICA" tomo I, pág. 231-234 y 252 Ed. CONTINENTAL S.A. , México 1970

WHITE H.E. "FÍSICA MODERNA" pág. 182-184 Ed. MONTANEL y SIMÓN S.A. Barcelona 1962

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/nucene/nucbin.html>

<http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0276-02/energia6.htm>

[http://www.ecured.cu/index.php/Energ%C3%ADa\\_de\\_enlace](http://www.ecured.cu/index.php/Energ%C3%ADa_de_enlace)

<http://www.quimitube.com/videos/parametros-moleculares-energia-de-enlace-longitud-de-enlace-y-angulo-de-enlace/>

[http://www.ecured.cu/index.php/Energ%C3%ADa\\_de\\_enlace](http://www.ecured.cu/index.php/Energ%C3%ADa_de_enlace)

<http://www.buenastareas.com/ensayos/Ruptura-y-Formacion-De-Enlaces/2332815.html>

Formación y ruptura de enlaces

[http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_fyq3/tema6/index6.htm](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_fyq3/tema6/index6.htm)

[http://es.wikipedia.org/wiki/Reacci%C3%B3n\\_qu%C3%ADmica](http://es.wikipedia.org/wiki/Reacci%C3%B3n_qu%C3%ADmica)

# Crecimiento de monocristales de NaCl, KDP y ADP

*Adolfo Gallego, Mónica Merino, Verónica Villar, Rodrigo Casado*

*Profesor Juan Antonio Sanz*

I.E.S. Mariano Quintanilla, Segovia

En el presente trabajo se han crecido cristales de NaCl,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  y  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  por tres métodos diferentes, evaporación lenta del disolvente, evaporación lenta del disolvente en una disolución sumergida en un baño termostatzado y descenso de la temperatura de la disolución. Se han obtenido cristales de buena calidad, morfología y tamaño de hasta varios  $\text{cm}^3$ . Estos cristales tienen aplicación tecnológica y son fabricados por varias empresas distribuidas por el mundo.

---

## Introducción

La Asamblea General de Naciones Unidas proclamó 2014 Año Internacional de la Cristalografía (IYCr2014) conmemorando de esta manera, no solo el centenario de la difracción de rayos X como herramienta para el estudio de la materia cristalina, sino también el 400 aniversario de la observación de simetría en los cristales de hielo (Kepler,1611), que dio comienzo al estudio profundo de la simetría en los materiales. Entre otros puntos, la resolución reconoce que la comprensión material de nuestro mundo se debe en particular a esta ciencia y subraya que la enseñanza y aplicación de la misma es fundamental para hacer frente a múltiples desafíos esenciales para el desarrollo de la humanidad.

---

Revista Investigando la Química, 1,  
20-25. 2014

Una parte muy importante del estudio de los cristales es la que se refiere a su crecimiento, ya sea por nucleación espontánea o a partir de un germen (cristal de pequeñas dimensiones) siguiendo diferentes procesos físicos y químicos, tanto en la naturaleza como en un laboratorio o industria.

Hay muchas técnicas de crecimiento cristalino pero las más accesibles para los medios disponibles de los laboratorios de nuestro instituto son las que tienen lugar en disolución. Dentro de estas las más populares son las técnicas de evaporación lenta del disolvente y el descenso lento de temperatura de la disolución.

La elección de los materiales a obtener en forma cristalina esta condicionada por el método de crecimiento. Para realizar este proyecto hemos elegido como materiales a obtener en forma cristalina

tres sales solubles en agua, una cuya solubilidad en agua apenas varía con la temperatura como en el caso del NaCl y otras cuya solubilidad aumenta con la temperatura aunque de diferente manera, estas son el  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (también conocido como KDP) y  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  (también conocido como ADP).

Estos materiales tienen unas propiedades físicas y químicas que les permiten tener importantes aplicaciones tecnológicas. Estas aplicaciones dependen en gran medida de la forma en la que se presente el material, siendo especialmente deseable que aparezca en forma monocristalina. En la mayoría de los casos las sustancias aparecen en forma de multitud de cristales agregados (sustancia policristalina), pero cuando tienen unas propiedades más interesantes como un único cristal (monocristal). La dificultad principal es obtener monocristales de gran tamaño y ese es el esfuerzo principal de los grupos de investigación e industrias que trabajan en este campo.

Entre otras propiedades, comunes a otros haluros alcalinos, en el NaCl destaca la transparencia en el infrarrojo, lo que tiene como consecuencia que se utilicen para la fabricación de ventanas de infrarrojo.

Los cristales KDP y ADP afectan la polarización y aumentan la frecuencia de la luz del láser, cambiando la longitud de onda de infrarrojo al visible o al ultravioleta, lo que aumenta la producción de energía del láser y la versatilidad del mismo.

El KDP y ADP dispone de una buena transmisión UV, alto umbral de daños y alta birrefringencia, aunque sus coeficientes no lineales son relativamente bajos. Se utilizan para duplicar y triplicar la frecuencia de los

láseres de Nd a temperatura ambiente. Son excelentes moduladores electro-ópticos.

### Experimental

Como producto de partida para el crecimiento de monocristales de cloruro de sodio usamos NaCl de la marca Panreac.

El fosfato monoácido de potasio y el de amonio los sintetizaremos a partir del  $\text{H}_3\text{PO}_4$  marca Prolabo al 83% y KOH Panreac y amoniaco Panreac al 20%.

Una vez que reaccionan las cantidades estequiométricas del ácido y la base, se ajusta el pH de la disolución hasta que alcance un valor de 5 ya que a ese valor la concentración de la especie  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  alcanza su valor máximo como se puede ver en la figura 1.

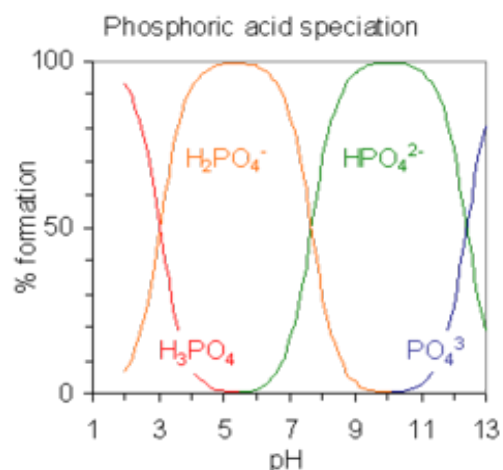
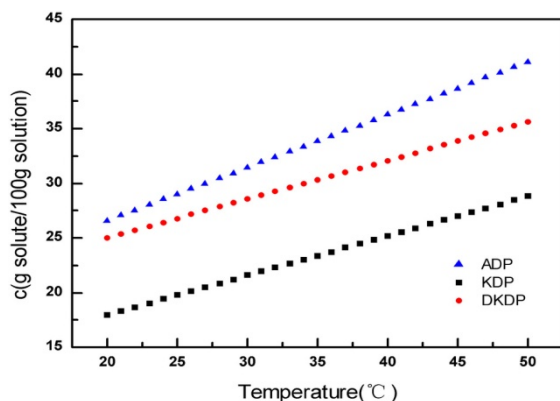


Fig 1. Concentración relativa de las especies  $\text{H}_3\text{PO}_4/\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}/\text{PO}_4^{3-}$  en función del pH. Gráfica tomada de en.wikipedia.org

Vamos a crecer los tres materiales por el método de evaporación lenta del disolvente. Para ello vamos a preparar una disolución saturada a una temperatura ligeramente superior a la ambiente para a continuación filtrar sobre el cristalizador. Para ello recurrimos a los datos proporcionados por las curvas de solubilidad que aparecen en la figura 2. Cubrimos el

crystalizador con un pliego de papel de filtro para ralentizar la velocidad de evaporación. Estos experimentos se llevan a cabo en los laboratorios de Física y de Química que tienen temperaturas medias bastante diferentes, 22°C y 16°C respectivamente.

Fig 2. Curvas de solubilidad del  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (KDP),  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  (ADP) y  $\text{KH}_2\text{PO}_4$



deuterado (DKDP). Tomado de <http://www.nature.com>

En la figura 3 se puede apreciar una imagen de un cristalizador tomada desde arriba donde se distinguen los cristales que están creciendo de la disolución

Como las variaciones de temperatura a lo largo del día, y en especial por la noche, eran muy grandes en ambos laboratorios, aparecían problemas de cristalización, en especial en la velocidad del proceso. Para solucionar este problema decidimos preparar un baño termostatzado donde se introdujeron la disolución en la que previamente habíamos introducido un germen (cristal de pequeñas proporciones y forma y calidad correctas obtenido en una cristalización anterior) sobre el cual se dirigirá la cristalización de la disolución. Ésta estará continuamente agitada mediante la acción de un agitador magnético, para que la temperatura se mantuviera constante alrededor de los 23 °C, con una oscilación de  $\pm 1^\circ\text{C}$ , y garantizar el aporte de materia al cristal, proceso que determina en esta técnica la velocidad de

crecimiento del cristal. De esta forma, se consiguió que el proceso de cristalización fuera más regular y se obtuvieran cristales de mayor tamaño, calidad y mejor forma donde se manifiestan las caras naturales del cristal mostrando el hábito cristalino.



Fig 3. Proceso de cristalización de KDP por el método de evaporación lenta del disolvente.

Para optimizar el proceso de crecimiento se estudiaron las condiciones de crecimiento de KDP en función del pH. Para efectuar este estudio se ha sintetizado KDP siguiendo el procedimiento habitual, pero una vez alcanzado el pH deseado, se ha filtrado la disolución sobre un cristalizador y se ha cubierto con papel de filtro y dejado reposar durante 15 días para que se produjera la nucleación de los cristales y su crecimiento por evaporación del disolvente. Se han preparado de esta forma disoluciones de pH 2,5 , 3,5 , 4,5 , 5,5 y 6,5. Se ha hecho un seguimiento diario del proceso, desde la aparición de los primeros núcleos a la formación de los cristales.

Para obtener cristales de mayor calidad se ha utilizado el método de descenso lento de la temperatura. Este método es inviable para el NaCl porque su solubilidad apenas varía con la temperatura, por lo que lo hemos aplicado al crecimiento del KDP. Para ello utilizamos un equipo cedido por la

Universidad Autónoma de Madrid que consiste en un baño termostatizado en el que se encuentra inmerso la disolución de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  junto con un germen cristalino de dicho material. Este baño permite controlar la temperatura con un error de  $\pm 0,1^\circ\text{C}$ . Para evitar la evaporación del agua del baño y de la disolución se recubren de una fina capa de parafina. La temperatura de hace descender actuando sobre el controlador de temperatura a razón de  $0,2^\circ\text{C}$  por día.

### Resultados y discusión

Crecimiento de  $\text{NaCl}$ . Los cristales de cloruro sódico se han obtenido por evaporación lenta del disolvente. La forma de estos cristales reproducen el hábito cristalino, por lo que son cúbicos. Su tamaño no es muy grande, de 2-3 mm de arista, y su calidad no muy alta, pues presentan algunos velos en sus caras que afectan a su transparencia. Sin embargo resulta curioso destacar la formación de dendritas en las paredes del cristalizador. Como se puede ver en la figura 4, son estructuras ramificadas que se forman en determinados procesos de crecimiento cristalino y que recuerdan a los formados por el hielo y algunos metales.



Fig 4. Estructura cristalina de  $\text{NaCl}$  en forma de dendritas.

Los cristales de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  y  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  obtenidos por evaporación lenta del disolvente son de buena calidad, con una

buena transparencia y morfología y tamaño próximo al  $\text{cm}^3$ , como se puede ver en las figura 5 y 6.

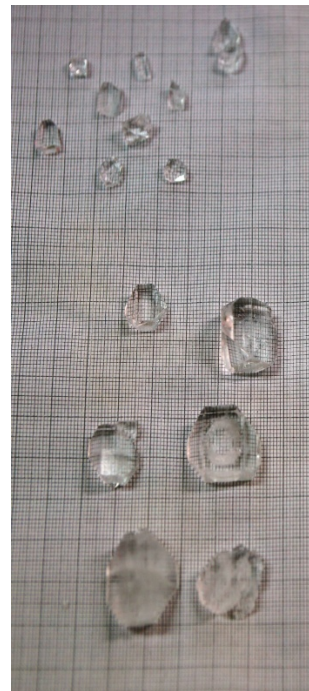


Fig 5. Cristales de  $\text{KDP}$  crecidos por la técnica de la evaporación lenta del disolvente.

Los cristales han crecido con mayor rapidez en el laboratorio a  $22^\circ\text{C}$  como era de esperar al ser más rápida la evaporación del disolvente.

Respecto al pH ideal para la cristalización, se ha observado que en las disoluciones de valores pH más extremos (2,5 y 6,5) la nucleación se produce con mucha dificultad y los cristales crecen con mucha lentitud, sin embargo, y en las disoluciones de valores de pH centrales 3,5; 4,5; 5,5 los cristales nuclean con facilidad y se obtienen los mejores cristales, sobre todo en la disolución 4,5, lo cual está de acuerdo con el rango de pH en el que la concentración de  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  es máxima.

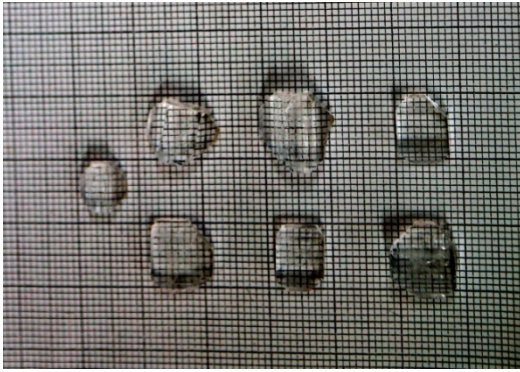


Fig 6. Cristales de  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  (ADP) crecidos por la técnica de la evaporación lenta del disolvente.

En la figura 7 se muestra una fotografía de un cristal crecido por el método de evaporación lenta del disolvente de una disolución sumergida en un baño termostático, descrito anteriormente. Como se puede apreciar, este cristal es morfológicamente mucho mejor y de un tamaño de varios  $\text{cm}^3$ . Como se puede apreciar, en la varilla portagérmenes han nucleado otros cristales que han supuesto un problema para el crecimiento de nuestro monocristal. Esta circunstancia se daba en especial por la noche cuando bajaba la temperatura ambiente, afectando a nuestro sistema, disminuyendo la solubilidad de la sal.

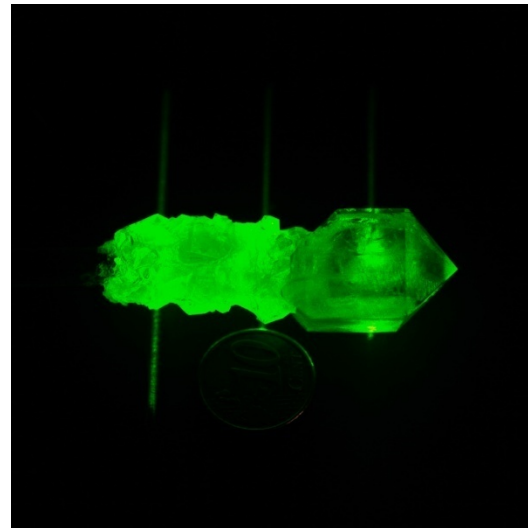


Fig 7. Cristal crecido por el método de evaporación lenta del disolvente de una disolución sumergida en un baño termostático. La fotografía muestra también una moneda para poder ver su tamaño.

En la figura 8 se muestra el cristal crecido por descenso lento de la temperatura. Como se puede apreciar, es el de mayor tamaño, calidad cristalina, transparencia y morfología.

Para que crezcan cristales a partir de una disolución esta tiene que estar sobresaturada. Una solución está sobresaturada cuando contiene más soluto que la cantidad soportada en condiciones de equilibrio por el disolvente, a una temperatura dada. Es por lo tanto una solución fuera del equilibrio, en la cual el exceso disuelto se depositará sobre el germen que es quien dirige el proceso de crecimiento.

La velocidad de crecimiento ha sido en todos los casos muy lenta, por debajo de  $1\text{mm/día}$ , aunque es típica para este tipo de procesos. Esta circunstancia alarga extraordinariamente los experimentos, imposibilitando realizar cambios en los parámetros de crecimiento para optimizar el proceso y obtener más, mejores y más grandes cristales.





Fig 8. Cristal de KDP crecido por la técnica de descenso de la temperatura de la disolución.

Repartida por el mundo hay varias empresas que fabrican cristales de KDP y ADP para distintos usos, lamentablemente en España todavía no hay ninguna. Ejemplo de estas empresas son United Crystals, Eksma Optics, Cleveland Crystals, Inc., Inradoptics, etc.

### Conclusiones

Se han crecido cristales de NaCl,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  y  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  por tres métodos diferentes, evaporación lenta del disolvente a temperatura ambiente, evaporación lenta del disolvente en una disolución sumergida en un baño termostatzado y descenso de la temperatura de la disolución.

Se han obtenido cristales de buena calidad, morfología y tamaño de hasta varios  $\text{cm}^3$ .

Estos cristales son de aplicación tecnológica y son fabricados por varias empresas distribuidas por el mundo.

### Agradecimientos

Los autores del presente informe queremos agradecer a nuestros compañeros y profesores del IES Mariano Quintanilla su apoyo y su colaboración en el desarrollo del presente proyecto destacando a Rodrigo Casado Salgado por su valioso apoyo en las medidas experimentales.

A Juan Carlos Lara y a Mario Antón su labor fotográfica durante este proyecto.

Le damos las gracias al instituto IES Mariano Quintanilla y a los profesores. A Óscar Manuel Pérez por su apoyo y colaboración tanto dentro como fuera de las clases de física y química.

### Referencias

---

[Sheng-Lai Wang, Xun Sun, Xu-Tang Tao, \(2010\) Growth and Characterization of KDP and Its Analogs, pg 759-794 de Handbook of Crystal Growth Springer](#)

[Shaohua Ji, Fang Wang, Lili Zhu, Xinguang Xu, Zhengping Wang & Xun Sun, \(2013\), Non-critical phase-matching fourth harmonic generation of a 1053-nm laser in an ADP crystal, Scientific Reports 3 Article number 1605, obtenido de](#)

[http://www.nature.com/srep/2013/130403/srep01605/fig\\_tab/srep01605\\_F9.h](http://www.nature.com/srep/2013/130403/srep01605/fig_tab/srep01605_F9.h)

# Estudio del Tabaco

*Alfonso Martín, Luis Pisonero, Marta Lozano, y Patricia Ruíz*

*Profesor Fernando Iglesias*

*Colegio Ntra Sra de Lourdes. Valladolid*

El objetivo de este trabajo es que los estudiantes de Enseñanza Secundaria entiendan cómo se ha ido construyendo y se sigue edificando la Ciencia, empleando ellos mismos el Método Científico en un pequeño trabajo de “investigación elemental”; pero en este caso concreto, lo que más nos gustaría es influir en los adolescentes para que se aparten del tabaquismo. Se ha preparado el material y construido montajes y aparatos sencillos para realizar la experiencia. Se ha dividido el trabajo en dos partes. En ambas se ha trabajado en paralelo con tabaco rubio y tabaco negro del que consumen habitualmente los adolescentes y jóvenes de ambos sexos.

---

## **Destilación seca del tabaco.**

Destilación seca del tabaco, recogida y estudio se los restos “carbonizados” y de los componentes volátiles desprendidos.

Se identificó cada pieza del montaje y pesó cada una de ellas, antes de empezar la operación.

Se quitó cuidadosamente el filtro a los cigarrillos que iban a ser destilados y se pesaron.

Con dos montajes análogos, pero distintos (uno para el tabaco negro y otro para el rubio), se llevó a cabo una destilación seca para extraer todos los compuestos volátiles que contienen. Los compuestos volátiles fueron conducidos a un tubo refrigerado con hielo donde parte de ellos pasaron al estado sólido

o líquido, mientras que los que no se condensaron salieron en forma de gases, vapores y humos, a los que se prestó

especial atención mientras fluían: combustibilidad, pH, etc.

Una vez enfriadas, se desmontaron las piezas, se volvieron a pesar con sus contenidos y se guardaron cuidadosamente

Mediante diferencia de pesadas se hallaron las masas de los cigarrillos “carbonizados” y las de los volátiles solidificados, licuados y gaseosos que salieron al destilar. Se examinaron algunas características: aspecto, olor, pH, etc. Se invitó también a compañeros nuestros a examinar sensorialmente estas sustancias...

Se demostró que los cigarrillos “carbonizados” sufren combustión sin llama.

Se calcinó en crisol un cigarrillo destilado de cada tipo, negro y rubio, para hallar las “cenizas”.

Se recogieron los resultados en las correspondientes tablas para extraer conclusiones y establecer analogías y diferencias entre ambas clases de tabaco.

Datos de los cigarrillos:

NEGRO: Popular. Brascuba Cigarrillos S.A. RUBIO: Ducados. Imperial Tobacco.

Datos peso cigarrillos: rubios con filtros. Lo que hemos hecho en los dos casos, tanto en el tabaco rubio como en el negro, y en base a la destilación seca de este mismo, hemos pesado los 20 cigarrillos que vienen en una cajetilla, y hemos obtenido una masa media, dividiendo la cantidad que obteníamos entre 20 que son los cigarros de una cajetilla.



Fig.1: Cajetillas de Tabaco – Rubio y Negro

Material utilizado:

Balanza electrónica COBOS Standard SX

Peso máximo: 150 g

Precisión: 0,001 g

Hemos realizado dos montajes independientes para cada tipo de

cigarrillos, negro y rubio, según la foto adjunta. Todas las piezas adjuntadas han sido pesadas limpias y vacías previamente.

L: Tubo que contiene los cigarros a destilar.

F: Tubo de condensaciones.

E: Varilla que comunica L con F

D: Salida de gases no condensados

H: Vaso de precipitados con hielo

El tubo L se conecta al tubo F mediante la varilla E, que penetra en ellos a través de orificios en sendos tapones.

El tubo D permite la salida de gases no condensados.

El vaso de precipitados H ayuda a la condensación de los productos volátiles que salen de la destilación seca



Fig.2: Esquema del montaje de la destilación

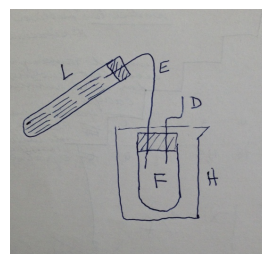


Fig.3: Aparato de destilar

Piezas de destilación (Tabla 1)

RUBIO				NEGRO			
Instrumental	Masa Antes (g)	Masa Después (g)	Diferencia (g)	Instrumental	Antes (g)	Después (g)	Diferencia (g)
Tapón grande	3,876	3,876	---	Corcho	30,292	30,292	----
Tapón fino	1,974	1,974	---	Corcho fino (sin marca)	2,533	2,533	---
Tubo D	5,272	5,292	0,020	Tubo D	5,403	5,414	0,011
Tubo F	41,231	41,616	0,385	Tubo F	41,366	41,601	0,235
Vaso de precipitados H	87,001	87,001	---	Vaso de precipitados H	101,273	101,273	---
Tubo E	9,451	9,453	0,002	Tubo E	9,973	10,252	0,279
Tubo L, vacío con suciedad	27,816	27,849	0,033	Tubo L, vacío con	22,255	22,284	0,029
Tubo L, lleno de cigarrillos	34,326	27,849	6,477	Tubo L, lleno de cigarrill	29,452	22,255	7.197
Tubo L, lleno de cigarrillos	30,429	27,849	2,580	Tubo L, lleno de cigarrill	29,734	22,255	7.479
Tubo ensayo vacío (*)	13,713	15,057	1,344	Tubo ensayo vacío	13,713	15,450	1,737

Peso de los cigarrillos antes de la destilación (Tabla 2)

	<b>RUBIO - 20 cigarrillos (g)</b> <b>(g)</b>	<b>Media de 1 cigarrillo (g)</b> <b>(g)</b>	<b>NEGRO - 20 cigarrillos (g)</b> <b>(g)</b>	<b>Media de 1 cigarrillo (g)</b> <b>(g)</b>
<b>CON FILTRO</b>	16,539	0,827	16,701	0,831
<b>SIN FILTRO</b>	12,985	0,649	14,820	0,741

Destilaciones (negro y rubio):

Hacemos ambas destilaciones simultáneamente.

- Encendemos el mechero Bunsen con llama calorífica (máxima entrada de aire)
- Calentamos directamente el tubo L para que empiece la destilación.
- Observamos que a medida que vamos calentando, comienzan a salir sustancias volátiles de color pardo oscuro.
- Como la parte superior del tubo L se calentaba mucho menos que la inferior, procedimos a girar el tubo con objeto de que se calentara por igual en todas sus zonas.
- Comprobamos la salida de sustancias gaseosas por el tubo D.
- Probamos con un encendedor colocado en el extremo libre del tubo D que los gases eran combustibles y producían una pequeña llama.
- Aprovechamos también para ver el pH de los gases acercando un trocito de papel pH universal previamente humedecido con agua destilada, en la salida de gases.
- Al cabo de dos horas, vimos que al pasear la llama a lo largo del tubo L ya no salían más sustancias volátiles del mismo.
- Apagamos el mechero y esperamos a que se enfriaran ambos montajes.
- Desmontamos los dos equipos, por separado, independientemente.
- Separamos las sustancias líquidas de las sólidas en el tubo F. dejamos las sólidas en el F y en un tubo de ensayo limpio y previamente pesado, vertimos el líquido.
- Hallamos la masa de cada pieza del montaje, con los correspondientes contenidos.
- Examinamos visualmente le aspecto del sólido:
  1. Pardo negruzco
  2. Adherido a las paredes de tubo.
  3. Observamos que desprendía un olor, desagradable.
- Hacemos lo mismo con el líquido:
  1. Observamos que tenía un color anaranjado.
  2. Medimos su pH aproximado, mediante papel indicador universal

Aspectos diferenciados de las sustancias volátiles extraídas: (Tabla 3)

ESTADOS	PROPIEDADES	RUBIO	NEGRO
<b>SÓLIDO</b>	Aspecto visual	Negro	Negro
	Aspecto olfativo	Fuerte y desagradable	Fuerte y desagradable
<b>LÍQUIDO</b>	Coloración	Anaranjado	Anaranjado
	Aspecto olfativo	Olor desagradable	Olor desagradable
	pH aproximado	5 - 6	6 - 7
<b>GASES + HUMOS</b>	Combustibilidad	Sí	Sí
	pH	7	5 - 6

(Tabla 4)

<b>Sustancias volátiles procedentes de cigarrillos destilados (solidificadas, licuadas, o no) - RUBIO</b>			
<b>SÓLIDOS</b>	Sólidos tubo L	0,033	SUMA
	Sólidos tubo E	0,002	0,440
	Sólidos tubo F	0,385	
	Sólidos tubo D	0,020	
<b>LÍQUIDOS</b>	Tubo ensayo	1,344	1,344
<b>GASES + HUMOS = cigarrillos SIN destilar - (S + L)</b>		4,693	4,693

(Tabla 5)

<b>Sustancias volátiles procedentes de cigarrillos destilados (solidificadas, licuadas, o no) - NEGRO</b>			
<b>SÓLIDOS</b>	Sólidos tubo L	0,029	Suma (g)
	Sólidos tubo E	0,279	0,554
	Sólidos tubo F	0,235	
	Sólidos tubo D	0,011	
<b>LÍQUIDOS</b>	Tubo ensayo	1,737	1,737
<b>Gases+humos= cigarros SIN destilar</b>		4,906	4,906

Realizamos una cromatografía en papel (lo hicimos empleando papel de filtro sencillo, por no disponer de papel específico para esta prueba) con los líquidos del condensado procedente de la destilación seca de ambas clases de tabaco para ver si conseguimos separar algunas sustancias presentes en dichos líquidos. Usamos como eluyentes:  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{CS}_2$ ,  $\text{CH}_3\text{-COOH}$ ,  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$ . En todos los casos observamos que se producía el arrastre, pero no pudimos observar separación de sustancias diferentes.

### Residuos incombustibles: cenizas

Material:

- Trípode.
- Triángulo de Terracota.
- Crisol.
- Mechero Bunsen



Fig.4: Crisol sujeto en un Triángulo de Terracota y soporte

Hacemos ambos procesos en paralelo, con las dos clases de cigarrillos.

Proceso:

1. Pesada de los crisoles vacíos y en frío.
2. Calentamiento a alta temperatura de ambos crisoles durante una hora seguida
3. Esperamos a que se enfríen y volvemos a pesarlos de nuevo.
4. Repetimos este proceso hasta obtener pesada constante en frío.
5. Introducimos un cigarrillo destilado de cada clase en su correspondiente crisol.
6. Calentamos a alta temperatura hasta pesada constante en frío.
7. De ello deducimos la masa de las cenizas en cada caso

Hemos tomado una muestra de la ceniza y la hemos disuelto en agua destilada en ambas clases de tabaco, medimos su pH aproximado mediante papel indicador universal y en ambos casos, su valor era 8.

(Tabla 6)

RUBIO (g)		NEGRO (g)	
<b>Pesada vacío constante</b>	12,960	<b>Pesada vacío constante</b>	13,181
<b>Cigarro carbonizado</b>	0,252	<b>Cigarro carbonizado</b>	0,442
<b>Crisol más cigarro destilado</b>	12,812	<b>Crisol más cigarro destilado</b>	13,618
<b>Crisol más cenizas</b>	12,660	<b>Crisol más cenizas</b>	13,325
<b>Crisol vacío</b>	12,560	<b>Crisol vacío</b>	13,181
<b>Cenizas</b>	0,100	<b>Cenizas</b>	0,144

### Maquinilla de fumar

Se confeccionó una sencilla *maquinilla de fumar*.

Se recogieron las sustancias inhaladas retenidas en algodón (pesado previamente).

Se halló la diferencia para ver la cantidad de sustancia retenida y se examinó su aspecto, antes y después de la operación.

Hemos cuantificado la experiencia en la medida que nos lo permite un laboratorio "escolar"

Creemos que hemos adquirido la meticulosidad y rigor que exigen estos procesos para poder extraer resultados fiables que permitan sacar conclusiones prácticas. Las percepciones sensoriales, vista, olfato,... nos han provocado repugnancia hacia el consumo de tabaco.

Se ha elaborado un guión para que los alumnos de la ESO puedan realizar esta práctica, cualitativamente.

Expondremos a nuestros compañeros la experiencia realizada.

Hemos recabado información a un neumólogo de unos de los hospitales de nuestra ciudad sobre el problema de la iniciación al tabaco en adolescentes.

Piezas:

1. Tubo de plástico
  - a. Longitud: 12,50 cm
  - b. Diámetro externo: 3,50 cm
  - c. Diámetro interno: 3,0 cm
2. Jeringuilla de 60 mL con un orificio lateral 0,2 cm de diámetro.
3. 2 tapones mono horadados para el tubo de plástico.
4. Varilla de vidrio
  - a. Longitud: 13,0 cm
  - b. Diámetro exterior: 0,8 cm
  - c. Diámetro interior: 0,7 cm

Montaje:

- Ponemos los dos tapones cerrando el tubo de plástico en cuyo interior irá el algodón.



- Conectamos la varilla de vidrio en uno de los extremos del tubo.
- En el otro extremo, se conecta la jeringuilla.

Procedimiento común:

- Introducimos un trozo de algodón en rama que obture todo el diámetro del tubo pero no en toda su longitud.
- Pesamos la maquinilla sin la jeringuilla
- Conectamos el cigarrillo, con o sin filtro, a la varilla de vidrio.
- Encendemos el cigarrillo y ya podemos empezar nuestro proceso de 'fumar'.
- Este proceso consiste en:
  - Tapar el orificio lateral con un dedo mientras tiramos hacia fuera del émbolo.
  - Destapar el orificio al empujar el émbolo hacia dentro.
- Una vez consumido el cigarrillo, quitamos sus restos y el filtro en caso de existir y volvemos a pesar del mismo modo que antes para poder calcular, por diferencia de pesadas, la materia retenida en el algodón.
- Realizamos la observación visual y fotográfica del algodón antes y después de la operación.
  - Se puede observar el cambio de color hacia el amarillo pardusco.

Intentos:

1. **Con algodón humedecido** con agua destilada. En lo demás seguiremos el procedimiento común del que ya hemos hablado.

Al ver que nos salían unos resultados ilógicos tuvimos que idear otro procedimiento.

2. **Con refrigeración** del tubo central: hicimos este cambio porque pensábamos que así el algodón retendría más sustancias.



Fig.5: Camisa de refrigeración externa

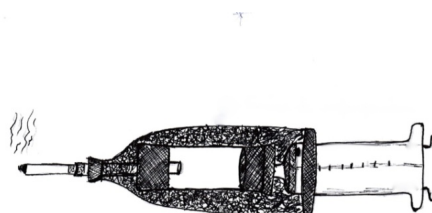


Fig.6: Esquema del montaje de refrigeración

Esta maquinilla incorporaba una camisa de refrigeración (cámara de refrigeración) formada por una botella grande de agua vacía cortada a la mitad, y una tapa para cerrarla.

Rellenamos dicha cámara con una mezcla frigorífica: hielo picado más sal gorda al 10% (mezcla que consigue hasta  $-18^{\circ}\text{C}$ ) para evitar, así, que la humedad que contiene el algodón, con el calor que desprende el cigarro, se evapore y poder evitar obtener datos erróneos.

Los resultados obtenidos eran erráticos y poco lógicos porque al ser la cámara muy rústica entraba humedad a través de los poros del tapón en el tubo del algodón. Además resultaba muy engorroso operar con ella. Por todo ello pasamos al siguiente método.

3. **Con algodón seco** y sin cámara de refrigeración: comprobamos que los

resultados obtenidos de esta manera tenían una lógica y con él obtuvimos los datos de a continuación.



Fig.7: Esquema de la maquinilla de fumar.



Fig.8: Maquinilla de fumar

Hallamos la masa de la maquinilla con el algodón sin la jeringuilla antes y después de la operación. Repetimos esta experiencia cuatro veces con cada clase de tabaco con y sin filtro.

(Tabla 7)

PRUEBAS	RUBIO			NEGRO		
	Antes (g)	Después (g)	Diferencia (g)	Antes (g)	Después (g)	Diferencia (g)
<b>Sin filtro</b>						
1	69,690	69,795	0,105	<del>70,228</del>	<del>70,388</del>	<del>0,160</del>
2	69,060	69,220	0,160	70,134	70,181	0,047
3	69,534	69,692	0,161	69,749	69,806	0,057
4	<del>67,635</del>	<del>67,691</del>	<del>0,056</del>	67,842	67,929	0,082
Media			<b>0,142</b>			<b>0,062</b>
<b>Con filtro</b>						
1	69,919	69,999	0,080	69,826	69,880	0,054
2	70,327	70,397	0,070	70,482	70,545	0,063
3	69,896	69,952	0,056	69,859	69,912	0,053
4	<del>67,990</del>	<del>68,202</del>	<del>0,212</del>	67,777	67,844	0,067
Media			<b>0,068</b>			<b>0,059</b>

Datos obtenidos:

(Utilizando los datos de la tabla número 2)- Comparación de medias

Masa de un cigarrillo rubio (sin filtro, ya que este no se fuma): 0,649 g

Masa de un cigarrillo negro (sin filtro, ya que este no se fuma): 0,741 g

(Tabla 8)

NEGRO			RUBIO		
Filtro	Media (g)	Porcentaje (%)	Filtro	Media (g)	Porcentaje (%)
Con	0,059	7,96	Con	0,068	10,47
Sin	0,062	8,36	Sin	0,142	21,87

(Tabla 9)

Filtro	Tipo de Tabaco	Media (g)	Porcentaje (%)
Con	Negro	0,059	7,96
	Rubio	0,068	10,47
Sin	Negro	0,062	8,36
	Rubio	0,142	21,87



Fig.9: Comparación del algodón antes y después de fumar

### Conclusiones:

Teniendo en cuenta los resultados de la Tabla 3 vemos que el pH aproximado del líquido condensado es un poco más ácido (5 - 6) en el RUBIO que en el NEGRO, que está más próximo a la neutralidad (6 - 7).

En cambio, el pH de los gases y humos, es prácticamente neutro en el RUBIO ( 7 ) y ácido en el NEGRO ( 5 - 6 )

La acidez puede ser debida a sustancias tales como el ácido acético ( $\text{CH}_3 - \text{COOH}$ ) o el Cianhídrico ( $\text{HCN}$ ).

Dado que un laboratorio de enseñanzas medias no dispone de aparatos sofisticados de análisis, hemos tenido que acudir a la webgrafía para conocer los principales integrantes químicos del tabaco, sus propiedades, su incidencia en la salud de los fumadores ... (Anexo I)

En cuanto al aspecto visual y olfativo, las sensaciones son desagradables y repelentes, y esto ayuda a crear repulsión hacia el tabaquismo, tanto a nosotros como a los compañeros que hemos invitado a observar nuestro experimento.

- En las Tablas 4 y 5 tenemos los datos de los sólidos y líquidos, provenientes de las sustancias volátiles extraídas, tanto de Rubio como del Negro.

Hemos sumado sólidos más líquidos en cada caso, y hemos deducido por diferencia la masa de los gases, teniendo en cuenta, la masa de los cigarrillos, sin filtro y sin destilar.

Recordamos:

RUBIO:

$$(\text{S: } 0,440 \text{ g} + \text{L: } 1,344 \text{ g}) = 1,784 \text{ g}$$

$$(\text{G: } 6,477 - 1,784 \text{ g}) = 4,693 \text{ g}$$

NEGRO: (S: 0,554 + L: 1,737 g) = 2,291 g

$$(\text{G: } 7,197 - 2,291 \text{ g}) = 4,906 \text{ g}$$

A la vista de estos resultados hemos quedado sorprendidos, del valor de la masa de los gases, tan superior a la de la suma de sólidos y líquidos, tanto en Rubio como en Negro.

Hemos buscado en internet datos de experiencias análogas a la nuestra, pero solo hemos encontrado porcentajes de los gases y humos procedentes de la combustión del tabaco; pero no de su destilación seca.

De las pruebas de cromatografía en papel no hemos podido sacar ninguna conclusión por no encontrar separación de sustancias. Es lógico pensar que en los líquidos existan varios compuestos, por tanto la no obtención de resultados visibles en la cromatografía lo atribuimos a que las sustancias presentes son incoloras y/o que el papel empleado no es suficientemente sensible.

- Tabla 6: Las masas de cenizas obtenidas en el RUBIO, 0,100 g (40,00 %) y en el NEGRO (32,58 %), 0,144 g nos parecen razonables.

Del pH=8 de las disoluciones de muestras de ceniza en agua destilada, igual en ambos casos, deducimos la presencia de compuestos alcalinos en dichas cenizas.

- Máquina de fumar: Tablas 7,8, y 9

En el RUBIO observamos una clara diferencia entre los resultados con filtro (0,068 g) y sin filtro (0,142 g). Mientras que, en el NEGRO no existe prácticamente ninguna diferencia (con 0,059 g) y (sin 0,062 g).

Comparamos los cigarrillos con filtro para observar la diferencia entre tabaco RUBIO (0,068) y NEGRO (0,059g). Como se ve, no existe diferencia notable.

Comparamos los cigarrillos sin filtro para observar la diferencia entre tabaco RUBIO (0,142) y NEGRO (0,062g), que vemos que en este caso es muy notable.

No tenemos elementos de juicio para justificar estos resultados.

- Creemos que con el hecho de haber realizado esta práctica, hemos adquirido habilidades nuevas o mejorado las que ya teníamos.

Por nuestra experiencia personal en esta práctica y por el testimonio de amigos que la han presenciado, estamos convencidos de que puede servir para que los adolescentes y jóvenes eviten iniciarse en el tabaquismo o piensen seriamente abandonarlo si ya están introducidos en él.

Con este objeto, hemos preparado un guión de la misma práctica (destilación seca del tabaco), para alumnos de 3º de la ESO, pero solo a nivel cualitativo.

## Referencias

---

- 1.- [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)
- 2.- <http://www.tabaquisme.cat/es/dejar-de-fumar/estoy-pensandolo/componentes-tabaco>
- 3.- Atlas del tabaco.  
(<http://www.cofemer.gob.mx/expediente/v99/02.0832.030707.5/21-EL%20ATLAS%20DEL%20TABACO%20espa%C3%B1ol%20resumen.pdf>)
- 4.- Los adolescentes y el tabaco.  
([http://iestrinidadarrojo.centros.educa.jcy.es/sitio/upload/Folleto\\_Tabaco.pdf](http://iestrinidadarrojo.centros.educa.jcy.es/sitio/upload/Folleto_Tabaco.pdf))

# Las propiedades de la arcilla y su aplicación actual y futura

*Carmen Beltrán, Jimena Bayón, María Criado, y Alicia González*

*Profesora Helena Roncero*

Compañía de María La Enseñanza. Valladolid

Con esta investigación pretendíamos saber si la arcilla tiene propiedades refrigerantes o no. Para ello procedemos a documentarnos sobre ella y sus tipos, y a continuación seleccionamos el más apto por sus características para confirmar nuestra hipótesis. Nuestro experimento consiste en medir la variación de temperatura debajo de tejas de distinto material y con distintos niveles de hidratación. Finalmente, obtenemos como conclusión que la arcilla es refrigerante debido a que puede absorber gran cantidad de agua, de forma que al evaporarse esta se enfría la superficie que esté situada bajo ella.

---

## FASE DE PLANTEAMIENTO

### 1. OBJETO DE ESTUDIO Y OBJETIVOS

Durante el proceso de investigación científica que llevaremos a cabo pretendemos informarnos sobre los materiales arcillosos, para determinar cuáles son sus propiedades y posteriormente centrarnos en algunas de ellas y de esta forma poder comprobar bajo qué condiciones cambian y cuáles pueden ser las aplicaciones de las arcillas respecto a dichas propiedades en nuestro entorno.

Los objetivos que nos proponemos a la hora de realizar este estudio son los siguientes: -Conocer que características tiene la arcilla, los distintos tipos que hay y a que se deben algunas de sus características.

-Concienciarnos sobre este material tan usado en la antigüedad y conocer el por qué de la disminución de su uso en la actualidad.

-Fomentar el trabajo en equipo y el interés de grupos de jóvenes como el nuestro por la química y la ciencia.

La definición de arcilla que podría englobar a todos los grupos que trataremos en el apartado 2.1 sería la siguiente: Material de origen sedimentario con un tamaño de grano normalmente inferior a 2 mm, formados en su mayoría por filosilicatos o agregados de silicatos de aluminio hidratados que proceden de la descomposición de minerales de aluminio, blanca cuando es pura y con coloraciones diversas según las impurezas que contiene, que junto con su estructura determinan sus propiedades físico-químicas y sus posibles aplicaciones.

## HIPÓTESIS

La hipótesis que guiará nuestra investigación es la siguiente "La arcilla húmeda puede mantener fría una superficie que se encuentre debajo de ella."

## 2.1 CLASIFICACIÓN

La clasificación de las arcillas se torna muy compleja debido a que estas son muchas veces tratadas con distintos procedimientos que originan un sinnúmero de pequeñas diferencias entre materiales muy similares pero no iguales, de forma que la forma en la cual las hemos agrupado no estaría totalmente completa pero si englobaría todos los compuestos que pueden interesarnos según sus usos.

- Arcillas estructurales: Son aquellas utilizadas en la construcción debido a que son resistentes y modelables pero una vez tratadas adquieren características como la dureza y la permeabilidad que las hacen idóneas para la fabricación de materiales de obra como ladrillos y losas.
- Arcillas aislantes: Las que reúnen una serie de características que permiten

el uso de gruesos bloques de estas como aislantes frente al frío o calor en la construcción de inmuebles.

- Arcillas plásticas: Suelen ser aquellas más hidratadas, que al tener más agua resultan más dúctiles y maleables y son empleadas con frecuencia en artesanía y escultura donde a menudo se les añaden pigmentos o bien reciben tratamientos térmicos para obtener colores concretos.
- Arcillas endurecidas: Son las arcillas que han sido tratadas, normalmente sometiendo a altas temperaturas, de forma que se han endurecido y adquirido una forma permanente, como es el caso de algunos materiales de construcción.
- Arcillas refractantes: Son un tipo de arcillas que son tratadas de forma muy compleja para que soporten altísimas temperaturas superiores incluso a 1.600 grados centígrados. Son utilizadas en aeronaves, cohetes espaciales y revestimientos que han de soportar mucho calor.
- Cerámicas: Usadas tanto en arte como en la fabricación de utensilios de cocina, elementos decorativos, materiales de construcción, sanitarios...
- Caolín: Es un compuesto de color blanco, el cual conserva durante la cocción, utilizado principalmente en la fabricación de porcelanas, pinturas y en algunos medicamentos como agente de adsorción (sólido que tiene la capacidad de retener sobre su superficie un componente presente en corrientes líquidas o gaseosas)
- Arcillas cosméticas o naturales: Son aquellas que se extraen directamente del suelo y que apenas son tratadas. Se utilizan frecuentemente en tratamientos estéticos.
- Arcillas expansivas: tienen la capacidad de aumentar su volumen o

disminuirlo de forma exponencial absorbiendo líquido o secándose.

Otra posible clasificación según sus propiedades, su estructura, y su espesor:

#### ❖ LAMINADOS

- Estructura 1:1.

Dioctaédrica: Sin sustituciones. Espesor fijo (7 amstrong). Caolinita  $Al_2 Si_2 O_5 (OH)_4$  Trioctaédrica: Sin sustituciones. Espesor fijo (7 amstrong). Serpentina  $Mg_3 Si_2 O_5 (OH)_4$

- Estructura 2:1.

Dioctaédrica: Sin sustituciones. Espesor fijo (9 amstrong). Pirofilita  $Al_2 Si_4 O_{10} (OH)_2$  Dioctaédrica: Con sustituciones en la capa tetraédrica. Espesor fijo (10 amstrong). Moscovita  $K Al_2 (Si_3 Al) O_{10} (OH)_2$

Dioctaédrica: Con sustituciones en la capa octaédrica. Espesor variable (10-18 amstrong). Montmorillonita  $Na_{0,4} (Al_{1,6} Mg_{0,4}) Si_4 O_{10} (OH)_2$

Trioctaédrica: Sin sustituciones. Espesor fijo (9 amstrong). Talco  $Mg_3 Si_4 O_{10} (OH)_2$  Trioctaédrica: Con sustituciones en la capa tetraédrica. Espesor fijo (10 amstrong). Flogopita  $K Mg_3 (Si_3 Al) O_{10} (OH)_2$

Trioctaédrica: Con sustituciones en la capa octaédrica. Espesor variable (10-18 amstrong). Hectorita  $Na_{0,4} (Mg_{2,6} Li_{0,4}) Si_4 O_{10} (OH)_2$

Dioctaédrica y trioctaédrica: Con sustituciones en la capa tetraédrica y octaédrica. Espesor variable (10-14 amstrong). Vermiculita. Fórmula variable.

- Estructura 2:1+1. Espesor basal de las láminas a 14 amstrong.

Trioctaédricas y dioctaédricas. Con sustituciones en ambas capas. Espesor fijo (14 amstrong). Cloritas. Fórmula variable.

#### ❖ FIBROSOS

Sepiolita. Estructura 2:1 con giro de los tetraedros y octaedros cada seis. Espesor variable (12- 10 amstrong).

Paligorsquita. Estructura 2:1 con giro de los tetraedros y octaedros cada cuatro. Espesor fijo (10,5 amstrong).

Tras observar estas clasificaciones y teniendo en cuenta la hipótesis, las arcillas más susceptibles de ser usadas para nuestro experimento son las arcillas aislantes, estructurales o las plásticas. Valoraremos en un experimento cuáles son los pros y contras de cada una y si verifican la hipótesis que hemos elegido.

#### 2.2 ANTECEDENTES E INVESTIGACIONES PREVIAS.

##### INVESTIGACIÓN I.

Durante un taller de SEED que se realizó en marzo de 2006 en Malasia, se visitó el Centro del Patrimonio Cultural Malasio Badan Warisan, en Kuala Lumpur. La planta es una casa tradicional malasia, construida en diferentes etapas entre las décadas de 1920 y 1930. La casa pertenecía en un comienzo a una persona importante del lugar, pero la familia dejó de usarla y quedó desocupada. A mediados de la década de 1990, la casa pasó a manos del Centro del Patrimonio y fue restaurada. Rumah Penghulu Abu Seman abrió sus puertas al público en noviembre de 1997. Es una casa tradicional malasia en la que no se puede usar aire acondicionado ni ventiladores porque no tiene electricidad, ¿cómo hace la familia para refrigerar la casa en el caluroso clima malasio? El techo de tejas de arcilla contribuye a lograrlo. Cuando llueve, la arcilla absorbe el agua. Cuando para de llover, el agua se evapora, enfriando el techo y el aire que está debajo. Esto se denomina "refrigeración por evaporación".



Decidieron hacer un experimento para comprobar si la refrigeración por evaporación realmente puede enfriar un edificio, tomando medidas en casas con

tejados de arcilla y en casas con tejados de hormigón desde las 5:00 am a las 4:00 pm cada hora. Estos fueron los resultados:

	5:00 am	6:00 am	7:00 am	8:00 am	9:00 am	10:00 am	11:00 am	12:00 am	1:00 pm	2:00 pm	3:00 pm	4:00 pm
Tejado de hormigón	19.8	20.1	21	21.4	23.2	24.7	25.9	27.5	29.1	32.9	35.6	38.5
Tejado de arcilla	18.4	18.1	18	17.4	17.9	18.9	19.1	19.7	21.3	22.8	24.9	26
T. exterior	19	19.5	18.9	20	23.7	25	27	28.3	29.4	34	36.7	39.3
LLuvia	Sí		Sí									

Las conclusiones que obtuvieron fueron que la arcilla no solo refrigera al producirse la evaporación del agua que contiene, sino que también conserva el calor, aunque menos que el hormigón. El hormigón apenas tiene capacidad para mantener fría una casa en Malasia.

Es interesante que allí y en otros países tropicales los techos de teja de arcilla en su mayoría se hayan reemplazado por otros materiales, el hormigón entre ellos.

Es posible que esto se deba a que su fabricación es más fácil y más económica, pero no tienen los beneficiosos efectos refrigerantes de la arcilla.

## FORMULACIÓN DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

### 1. VARIABLES

Tenemos que tener en cuenta que a la hora de realizar un experimento de este tipo existen un gran número de variables y hacen que los datos que obtengamos no sean totalmente precisos. Para empezar, la temperatura ambiental. Este

experimento lo realizamos un día soleado y esto seguramente haya

afectado a nuestros resultados puesto que el sol habrá acelerado la velocidad de evaporación del agua que retienen los materiales. Al igual que la temperatura también destacamos la humedad, puesto que posiblemente esta afectara a la refrigeración por evaporación. La segunda variable es la precisión del termómetro. Sí que es verdad que este tipo de instrumentos intentan ser lo más precisos posibles, pero el hecho de que uno pueda errar en unas décimas de grado centígrado y marcar más que el resto hace que luego los resultados obtenidos no sean del todo exactos. Así, también es otra variable en relación a esto el hecho de que hayamos apuntado bien la temperatura, en el sentido a que sea lo más preciso posible, y que hayamos controlado bien los tiempos porque la espera de un simple minuto a la hora de comprobar lo que arcan los termómetros o el tiempo de los materiales en remojo nos afectaría gravemente. De todas formas, estaremos en todo momento atentas para que no se den lugar estas variables y con sumo

cuidado realizaremos el experimento lo mejor posible para que así los resultados sean lo más precisos y verdaderos posibles, puesto que las técnicas para alcanzar estos resultados requieren mucha atención y es de extrema importancia en la experimentación.

Métodos que se pueden llevar a cabo:

Antes de realizar la práctica nos plantemos los posibles métodos por los cuales podríamos llevar a cabo este experimento. Nos plantemos dos, de los cuales al final optamos por el que más tarde explicaremos. El otro método consistía en posicionar un hielo encima de cada material y ver sobre el cual se derretía antes.

Las ventajas de este método eran:

1. El experimentador puede hacer el experimento en cualquier momento del año, sin tener que esperar a un día caluroso para poder considerar válidos los resultados.
2. Puede repetir la observación bajo las mismas condiciones para verificarla, y puede describir sus condiciones dando oportunidad a otros científicos de repetirla también, realizando una comprobación independiente de sus resultados.



Teja de arcilla

Tiempo necesario:

3. El experimentador puede variar las condiciones sistemáticamente y notar los cambios en sus resultados.

Sin embargo, este método también acarrea ciertas desventajas:

1. La temperatura ambiental afecta a mayor escala en este experimento puesto que no daría igual realizarlo en un lugar donde hace 20°C a uno donde hace 5°C.
2. A la hora de medir los cambios es mucho más difícil puesto que no hay ningún instrumento para medir lo derretido que esta el hielo; lo que provocaría que los resultados fueran muy poco exactos.

Aunque a primera vista pueda parecer que las ventajas de este método superan sus inconvenientes, a la hora de valorar la fiabilidad de los datos resulta poco preciso, por lo que optamos por llevar a cabo el experimento que sigue con un procedimiento distinto que nos proporcione resultados más exactos y concisos.

Materiales que se usan:

- 2 tejas de hormigón
- 2 tejas de arcilla
- 4 termómetros
- Agua
- Cuatro recipientes
- Cuaderno
- Bolígrafo
- Reloj cronómetro



Teja de hormigón

Llevar a cabo este procedimiento duró aproximadamente una hora puesto que

preparar los materiales para tenerlo todo a punto y controlar los tiempos nos supuso de bastante esfuerzo. Sin embargo, estamos satisfechas con el trabajo puesto que gracias a la buena organización nos resultó relativamente sencillo llevar este experimento a cabo.

## 2. ANÁLISIS DE LOS DATOS INICIALES Y POSIBLES FINALES

Los datos iniciales fueron que la temperatura inicial de los materiales al inicio de llevar a cabo el experimento era de unos 36°C. Antes de comenzar la práctica todas esperamos que bajo la arcilla subiera la temperatura, tanto la seca como la húmeda y nos sorprendió que esto no sucediera así. Al final vimos como las temperaturas bajaron o subieron en función del material y si este había estado sumergido en agua o no. Para finalizar concluimos que seguramente si lo hubiésemos realizado en un sitio cerrado como en un laboratorio y no al aire libre los resultados hubiera cambiado. El hecho de que un evento pueda parecer diferente en la situación natural, en comparación con una situación de laboratorio, simplemente quiere decir que está siendo influenciado por otras variables, las que a su vez deberán ser llevadas al laboratorio para su investigación.

Una vez que todas las variables relevantes hayan sido estudiadas aisladamente en el laboratorio, y se haya determinado la forma en que todas influyen, entonces se habrá logrado una comprensión total del evento. Sin

embargo, debido a que poseíamos instrumentos tan especializados para analizar las posibles variables, lo que hicimos fue hacerlo en un ambiente en el que supiésemos que variables estaban influenciando nuestro experimento.

## FASE DE EXPERIMENTACIÓN

### 1. PROCEDIMIENTO

1. Remojamos en agua una teja de hormigón y una teja de arcilla durante diez minutos.

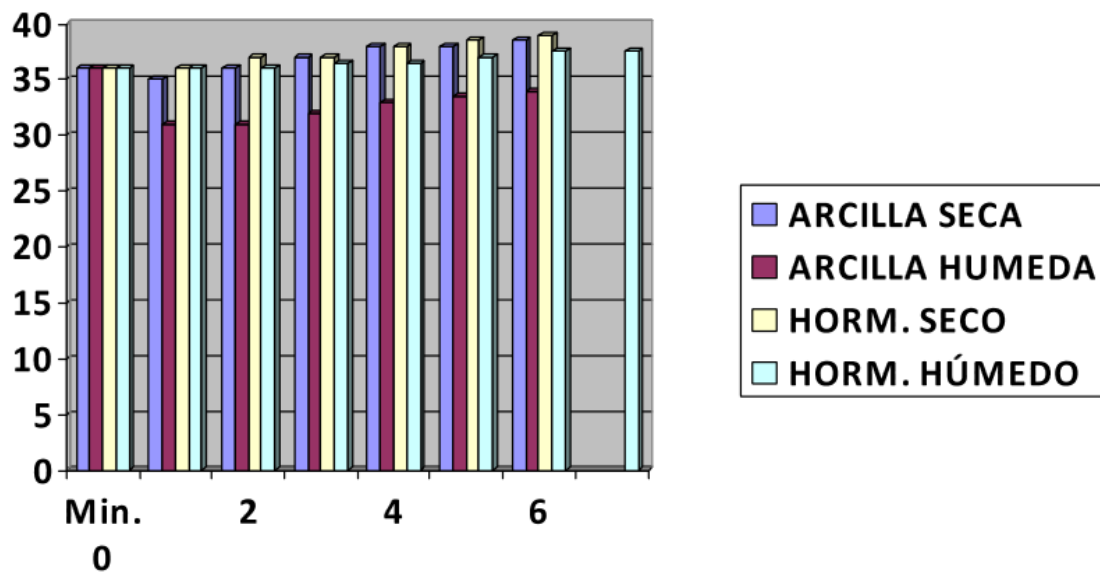
2. Colocamos los cuatro elementos (la teja húmeda de hormigón, la teja seca de hormigón, la teja húmeda de arcilla y la teja seca de arcilla) al sol sobre el suelo, con un termómetro debajo de cada uno. Al principio todos los termómetros marcaban 36 °C (96,8 °F).

3. Cuatro personas observan cada uno de los cuatro trozos. Mientras, se controla el tiempo. Transcurrido un minuto, levantamos las tejas, nos fijamos en las temperaturas y registramos los datos en una hoja de papel. Volvemos a colocarlas sobre el suelo. Repetimos el proceso, anotando las temperaturas cada minuto, durante seis minutos.

Después de estar seis minutos, debajo de la arcilla seca, los termómetros mostraron que la temperatura ascendió de 36° a 38,5° C. Debajo de la arcilla húmeda, bajó a 31° después del primer minuto y después de tres minutos comenzó a subir. La temperatura subió debajo de ambas tejas de hormigón, pero subió menos debajo de la húmeda.

**Resultados (En grados centígrados)**

MINUTOS	ARCILLA SECA	ARCILLA HUMEDA	HORMIGÓN SECO	HORMIGÓN HUMEDO
0	36	36	36	36
1	35	31	36	36
2	36	31	37	36
3	37	32	37	36.5
4	38	33	38	36.5
5	38	33.5	38.5	37
6	38.5	34	39	37.5



**2. CONCLUSIONES**

La arcilla húmeda realmente tuvo un efecto refrigerante: la temperatura descendió 5 grados centígrados en un minuto. Creemos que la temperatura comenzó a subir de nuevo porque la mayor parte del agua de la arcilla se había evaporado, lo cual pudimos comprobar al tacto. La arcilla estaba prácticamente seca.

El hormigón no tuvo mucho efecto refrigerante. Creemos que se debe a que no absorbió mucha agua. Si bien había un

poco de agua en la superficie de la teja de hormigón, se evaporó con rapidez.

Recordamos que cuando pusimos la arcilla en agua salían burbujas, pero no salían burbujas del hormigón. Se debe a que la arcilla es más porosa (la porosidad es la capacidad de un material de absorber líquidos o gases); tiene más espacios pequeños que retuvieron el aire y en consecuencia, el agua. Como en la arcilla había más agua, había más

evaporación y el efecto refrigerante fue mayor.

### **FASE DE TRATAMIENTO, ANÁLISIS DE DATOS Y OPINIÓN.**

Tras realizar el experimento hemos comprobado que nuestra hipótesis de partida, que es “La arcilla húmeda puede mantener fría una superficie que se encuentre debajo de ella.” Es correcta ya que a través del experimento hemos podido comprobar que si ponemos una teja a remojo y posteriormente la dejamos secar expuesta al sol con un termómetro debajo de ella, comprobamos que la temperatura inicial es de 36°C y conforme va pasando el tiempo la temperatura se ha reducido, cabe destacar el gran descenso térmico que se produce en el primer minuto, este resultado nos permite confirmar que la arcilla húmeda puede mantener fría una superficie que se encuentre debajo de ella, en cambio si la arcilla se seca, como ocurre después de los dos primeros minutos, la temperatura asciende de nuevo.

Además, este experimento es muy clarificador ya que nos permite ver las propiedades de una arcilla de manera más directa al realizar una comparación con el hormigón seco y húmedo y con la arcilla seca y ver las temperaturas de cada material a lo largo del tiempo, porque aunque el hormigón húmedo también logre realizar un descenso de la temperatura no es tan significativo como en el caso de la arcilla.

A partir de los datos obtenidos hemos encontrado una serie de aplicaciones realmente interesantes para la arcilla, la primera y principal sería utilizarla en la construcción, como en la casa de Malasia, ya que esto permitiría refrescar una vivienda sin necesidad de sistemas

eléctricos, y este dato es muy importante no sólo por la cantidad de dinero que se puede ahorrar una familia al reducir el uso de ventiladores o del aire acondicionado, sino también porque esto ayuda al medio ambiente, ya que actualmente se habla mucho del cambio climático y de que es necesaria una participación global para tratar de minimizar su impacto, por lo que el uso de tejados de arcilla en este tipo de estructuras, (también aplicadas en España, en tierra de campos por ejemplo, donde las temperaturas a mediodía en verano superan a menudo los 38 grados centígrados) aunque parezca una medida ridícula puede ser una pequeña ayuda que aporte su granito de arena en la búsqueda de una solución frente a este problema que hemos generado.

También podría investigarse, con vistas a una aplicación en lo ya nombrado, la síntesis de un nuevo material basado en la arcilla y sus propiedades, pero que mejore incluso la capacidad de esta de absorber agua sin llegar a tener un efecto negativo, y que conserve sus propiedades refrigerantes.

Nos parece muy interesante que este método se potencie en nuestro país y nuestra comunidad, en vez de intentar sustituir estos tejados de arcilla por otros fabricados con otros materiales que no responden de igual manera. Debemos respetar los conocimientos que obtuvieron generaciones anteriores y, una vez comprobada su eficacia, favorecerlos.

En cuanto a los objetivos, valoramos si los hemos cumplido:

*-Conocer que características tiene la arcilla, los distintos tipos que hay y a que se deben algunas de sus características. Damos por conseguido*

este objetivo ya que a través de las distintas clasificaciones y la experimentación, podemos saber ahora que tipos de arcillas existen y a que se deben sus características.

*-Concienciarnos sobre este material tan usado en la antigüedad y conocer el por qué de la disminución de su uso en la actualidad.* Ahora podemos saber que la arcilla está cayendo en desuso debido a que su coste es más elevado que el del hormigón. Aún así, nuestra opinión nos lleva a pensar que las ventajas compensa su precio, que aunque superior al de otros materiales no es desorbitado.

*-Fomentar el trabajo en equipo y el interés de grupos de jóvenes como el nuestro por la química y la ciencia.* Valoramos positivamente la consecución de este objetivo ya que hemos trabajado juntas colaborando en todo momento, y gracias a la variedad de nuestros conocimientos hemos llegado a obtener un buen

resultado y llevar a buen puerto esta investigación.

## Referencias

---

<http://revista.eia.edu.co/articulos18/Revista%20EIA%20N18%20%20art%207.pdf>

<http://www.uclm.es/users/higueras/yy/mm/Arcillas.htm#Esfil>

[http://www.uclm.es/users/higueras/MGA/Tema09/Tema\\_09\\_OtrosMin\\_2\\_2.htm](http://www.uclm.es/users/higueras/MGA/Tema09/Tema_09_OtrosMin_2_2.htm)

<http://edafologia.ugr.es/imaginter/arcillas/arcilla2.htm>

# La química en el revelado de fotografías estenopeicas

*Manuel Bejarano, Carlos García, Daniel Maíllo, y Celia Rodríguez*

*Profesora María del Mar González*

I.E.S. Vía de la Plata, Guijuelo (Salamanca)

El alumno será el diseñador y fabricante de sus cámaras, descubrirá una nueva forma de pensar las imágenes, de relacionarse con el tiempo y el movimiento, que nada tienen que ver con la fotografía digital que tanto utilizan hoy en día. Además será el responsable del revelado de esas fotografías, utilizando los productos químicos necesarios. Este trabajo despertará su interés y curiosidad por el fenómeno óptico y las reacciones químicas encontrando una aplicación real y cercana y apreciando la contribución que estas ciencias han tenido en el desarrollo de un tema que está presente en sus vidas a diario: la fotografía.

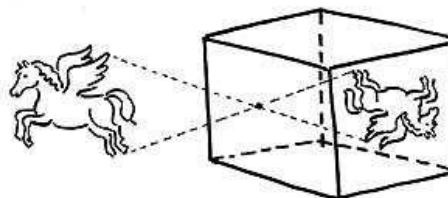
## INTRODUCCIÓN

La fotografía estenopeica es aquella que se realiza sin el uso de lentes u objetivos. Las cámaras estenopeicas son artesanales, se construyen con cajas de cartón, latas, cajas de cerillas, botes o cualquier otro artefacto que podamos cerrar el paso a la luz. Básicamente consiste en una cámara oscura con un pequeño agujero, llamado estenopo, por el que se deja entrar los rayos luminosos que incidirán sobre el papel o película fotográficos.

La palabra estenopeica proviene del griego, donde "stenos opaios" significa

"provisto de un pequeño agujero".

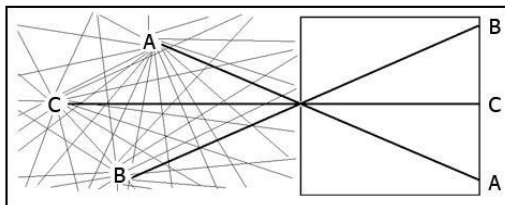
Una de las ventajas de este trabajo sobre la fotografía estenopeica es que no es necesario un laboratorio fotográfico para realizarlas, ya que solo necesitamos unas cubetas, líquido revelador y fijador, un cuarto que pueda oscurecerse, una luz roja y agua.



## UN POCO DE HISTORIA

### La cámara oscura

Los principios básicos de los estenopos se encuentran ya en textos chinos del s. V a. C. Los chinos habían descubierto que la luz viaja en línea recta. El filósofo Mo Ti es el primero, que constata la formación de una imagen, invertida, en una pantalla a través de un orificio. Mo Ti se percató de que los objetos reflejan la luz en todas las direcciones, y que los rayos procedentes de un objeto, cuando pasan a través de un orificio, producen una imagen invertida en una pantalla, describiendo el fenómeno de la cámara oscura. Pero, no hay más referencias a la cámara oscura en textos chinos hasta el s. IX d.C., cuando Tuan Cheng Shih hace referencia a una imagen en una pagoda. Shen Kua, más tarde, corrigió la explicación de la formación de la imagen. En el s.X d.C. Yu Chao - Lung, usó modelos de pagodas para formar imágenes estenopeicas en una pantalla. De todos modos, de estos experimentos no se deriva ninguna teoría geométrica sobre la formación de la imagen.

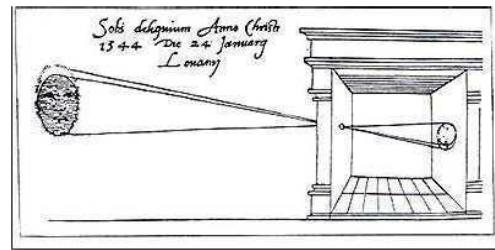


Fue en la antigua Grecia donde surgió la preocupación por encontrar una explicación del fenómeno lumínico. Esto condujo a los filósofos a observar los efectos de la luz en todas sus manifestaciones. Aristóteles sostuvo que los elementos que constituían la luz se trasladaban de los objetos al ojo del observador con un movimiento ondulatorio. Para comprobar su teoría construyó la primera cámara oscura de la que se tiene noticia en la Historia, describiéndola de la siguiente manera:

*"Se hace pasar la luz a través de un pequeño agujero hecho en un cuarto*

*cerrado por todos sus lados. En la pared opuesta al agujero, se formará la imagen de lo que se encuentre enfrente".*

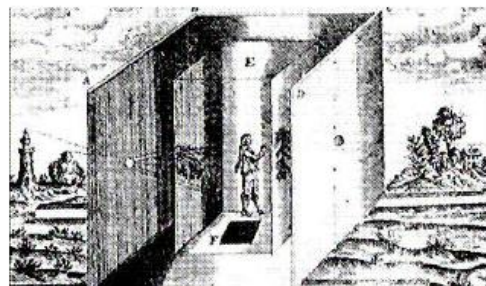
Pero no fue sino hasta la segunda mitad del siglo XV cuando se volvió a tener noticia de la cámara oscura a través de Leonardo da Vinci, quien redescubrió su funcionamiento y le adjudicó una utilidad práctica por lo que se le ha otorgado el crédito de su descubrimiento



Eclipse solar observado en Lovania mediante una cámara oscura, 1544

El italiano Leonardo da Vinci y el alemán Alberto Durero emplearon la cámara oscura para dibujar objetos que en ella se reflejaban. A partir de ese momento se utilizó como herramienta auxiliar del dibujo y la pintura, extendiéndose rápidamente en Europa.

La cámara oscura renacentista tenía las dimensiones de una habitación. Esto fue necesario para que el pintor pudiera introducirse en ella y dibujar desde su interior lo que se reflejaba.

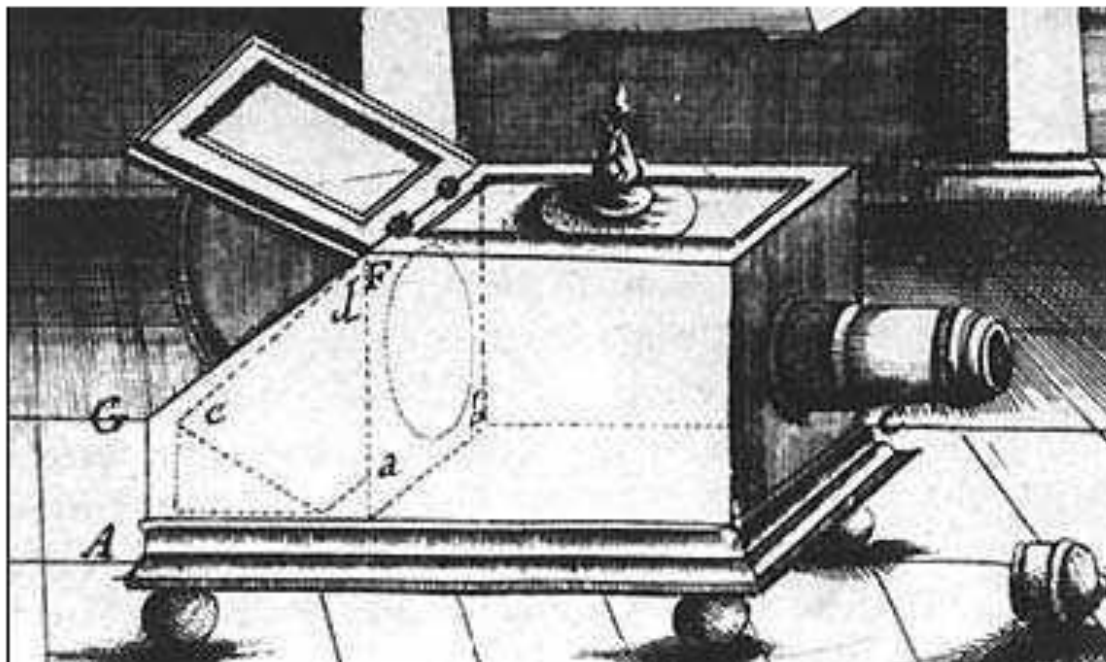


Para lograrlo, colocaba un papel translúcido en la parte posterior, justo enfrente del orificio por el que pasaba la luz. La imagen que se forma está invertida, por lo que el dibujante debía ser muy hábil para hacer las



correcciones necesarias al copiar la imagen sobre el papel. Para conseguir que la imagen se formara era necesario que el orificio fuera muy pequeño, de lo contrario la calidad de la imagen no podía ser muy nítida ni detallada.

En el siglo XVI un físico napolitano, Giovanni Battista Della Porta, antepuso al orificio una lente biconvexa (lupa) y con ella obtuvo mayor nitidez y luminosidad en la imagen.



### La invención de la fotografía

Una serie de descubrimientos químicos que comienza en 1663, hizo posible la invención de la fotografía. El irlandés Robert Boyle, filósofo, químico, físico e inventor irlandés, descubrió que el Cloruro de Plata se ennegrecía al sacarlo de un recipiente, pero atribuyó erróneamente este ennegrecimiento al contacto con el aire. Schulze, en 1725, estudió una sustancia similar, el nitrato de plata, y explicó correctamente su ennegrecimiento como debido a la luz. En 1757, Beccaria, un profesor de la Universidad de Turín, explicó correctamente el ennegrecimiento del  $\text{AgCl}$  como debido a lo mismo. Todas ellas son observaciones químicas aisladas y no tenemos antecedentes de

que alguno de estos científicos haya visualizado alguna utilidad fotográfica para su descubrimiento.

En 1803, Davy publica en Inglaterra los resultados obtenidos por su amigo Wedgwood, quién había estado trabajando anónimamente desde 1799. Este recubrió cueros y papeles con Nitrato de Plata y logró obtener imágenes de grabados hechos en vidrio o de objetos puestos en contacto con la placa. Como no disponía de un método para fijar las imágenes obtenidas, debía guardarlas en la oscuridad y mostrarlas bajo la luz tenue de una vela. Wedgwood intentó obtener imágenes con ayuda de una cámara oscura, pero sin resultados. Fue el primer intento bien encaminado en esta dirección.

La primera fotografía será obtenida por Joseph-Nicéphore Niepce; en 1826 obtuvo imágenes con Cloruro de Plata, pero no logró fijarlas bien con ácido cítrico.

El óptico Chevalier, a quién Niepce compraba sus lentes cuando iba a París, lo puso en contacto con Louis Daguerre, un empresario de la ciudad, que utilizaba la cámara oscura y soñaba como muchos otros con un método de fijar las imágenes.

En 1835 Daguerre descubrió como agente revelador el mercurio. De esta manera consiguió reducir la exposición a tiempos de alrededor de media hora, obteniendo una imagen invisible (latente), que era posteriormente revelada con vapor de mercurio, dando placas positivas. En 1837 descubriría la forma obtener imágenes permanentes fijándolas con una solución de sal común, que diluía el yoduro de plata no expuesto.

El daguerrotipo fue el primer sistema práctico de fotografía que se inventó, sin embargo necesitaba largas exposiciones, el contraste no era bueno y eran incómodos de visualizar, pero el problema principal era la imposibilidad de obtener copias a partir de ellos. El camino que se demostraría correcto sería el emprendido por un noble inglés, William Fox Talbot.

Talbot exponía pequeños negativos de 2,5 X 2,5 cms sobre papel recubierto en cloruro de plata, con cámaras de 6 X 6 cms y exposiciones de 1/2 hora. Fijaba insuficientemente las imágenes con sal común o cloruro de potasio y luego obtenía copias por contacto sobre papel, creando así el mecanismo negativo-positivo que conocemos hasta hoy.

El astrónomo inglés Herschel, propone a Talbot el Tiosulfato de Sodio como agente fijador para su sistema. Pasó a formar parte del proceso de Talbot, llamado Calotipo, fue adoptado como fijador en el Daguerrotipo y se mantiene hasta hoy como el fijador standard. Herschel tuvo también el mérito de inventar la palabra fotografía en 1839. El calotipo se extiende rápidamente por el mundo, transformándose en el procedimiento alternativo al Daguerrotipo.

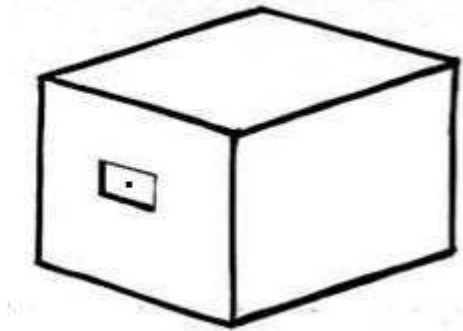
### CONSTRUYENDO NUESTRAS CÁMARAS ESTENOPEICAS



Los materiales que hemos utilizado son:

- Unas cajas de cartón y latas de refresco.
- Un trozo de lámina de estaño (o un trozo de lata de refresco).
- Cinta aislante negra.
- Papel fotográfico para blanco y negro
- Pintura negro mate.

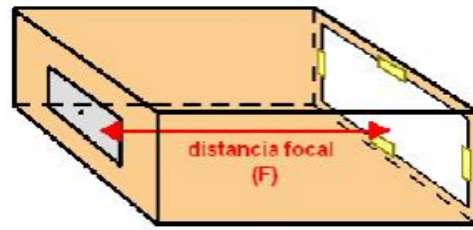
Hacemos un hueco justo en el centro de una cara de la caja que mida 2x2 cm. Cortamos una laminilla de una lata de refresco, un poco mayor que la abertura y la pegamos por dentro de la caja con cinta adhesiva.



Hacemos un orificio con el alfiler en el centro de la lámina (Para esto, se trazarán las diagonales de una esquina a otra). Éste será nuestro estenopo. Tenemos que calcular su diámetro (D), para hallarlo debemos resolver una fórmula que consiste en la raíz cuadrada de  $0,0016 \times F$  (distancia focal); si el agujero resulta ser demasiado pequeño, bastará con incrementar el tiempo de exposición y viceversa.

La distancia focal es la distancia desde el estenopo al plano focal donde se sitúa el material fotosensible. Esta distancia coincide aproximadamente con la largura de la cámara estenopeica.

Cuanto menor sea la distancia focal, mayor será el ángulo de visión y los objetos aparecerán más pequeños (gran angular) y cuanto mayor sea, el campo de visión será menor y los objetos aparecerán más grandes (teleobjetivo).



Pintamos la caja por dentro de Negro mate, incluida la tapadera y dejamos secar bien. Ya tenemos nuestras Cámaras estenopeicas.



Las dos funciones principales de una cámara oscura son: albergar el soporte fotosensible y permitir la proyección de las imágenes en su interior, de ahí que tenga que ser completamente estanca a la luz. Cualquier caja, recipiente o habitáculo que cumpla este requisito, puede ser útil para construirnos una cámara estenopeica.

### HACIENDO FOTOGRAFÍAS

En Nuestras cámaras, hechas con cajas de cartón y con latas de refresco, tapamos todas sus juntas con cinta aislante negra.

Colocamos un trozo de cinta aislante negra en el estenopo, para tapar la entrada de luz a modo de obturador. Una vez que la caja está bien cerrada y sellada con la cinta aislante, nos dispondremos a cargar el papel. El papel no debe ser expuesto a ningún tipo de luz antes de ser revelado, excepto a la luz roja, por lo que nos metemos en una habitación donde tendremos como única fuente de luz, la luz roja. Sacamos el papel del sobre y lo pegamos al plano focal con un trozo de cinta aislante.

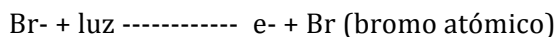


Una vez hecho esto, ya podemos encender la luz. Pondremos la caja en el lugar donde vayamos a tomar la fotografía. Hay que procurar que quede estable ya que debido al tiempo de exposición tan largo que necesita, si se moviese, la imagen saldría movida. Para comenzar la exposición retiramos el trocito de cinta aislante que tapa el estenopo y con un cronómetro controlaremos el tiempo de exposición, entre 2 y 5 minutos. Cuando se cumpla el tiempo de exposición, volvemos a colocar el trozo de cinta aislante tapando el estenopo. Regresamos al cuarto oscuro, donde, con la luz roja como única fuente de iluminación, procederemos a su revelado.

### REACCIONES QUÍMICAS EN EL REVELADO DE FOTOGRAFÍAS

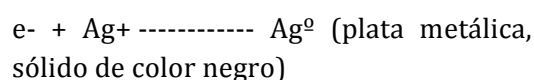
Cuando se toma una fotografía, el papel fotográfico se expone a la entrada de luz.

La emulsión de la película contiene unas sales de plata (haluros) sensibles a la luz. Los rayos luminosos impactan sobre la película que contiene la emulsión de AgBr fotosensible, ocasionando una reacción química en las partículas microscópicas del haluro.

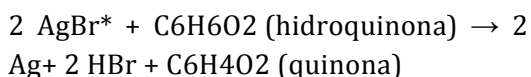


Las partículas reaccionan de modo distinto a las diferentes intensidades de luz reflejadas desde diferentes partes del objeto. Las zonas más oscuras del objeto reflejan menos luz y ocasionan menos penetración en la emulsión, por lo que habrá menos reacción haciendo que las áreas sean más claras. Comienza aquí la reducción del bromuro a plata metálica, aunque el efecto no es visible se forma así la imagen "latente". Se trata de una imagen muy débil que no es estable a la luz. Para que aparezca la imagen, este papel debe someterse al proceso de revelado utilizando un agente reductor (generalmente un compuesto orgánico). En este proceso el revelador actuará más rápidamente en los lugares que fueron más expuestos a la luz y que por lo tanto contienen una mayor cantidad de átomos de plata. Estas sustancias reveladoras atacan al BrAg sólo en aquellos lugares donde ya comenzó la reducción por efecto de la luz.

Se observa rápidamente la presencia de puntos negros, de plata metálica, en las zonas donde se recibió mayor intensidad luminosa o sea las zonas más luminosas del objeto. Estos puntos se extienden hasta formar la imagen definida. Por esta inversión, la placa revelada se llama negativo. El e<sup>-</sup> liberado en la reacción fotosensible, será captado por el catión Ag<sup>+</sup>, así:



El resto de sal, que no recibió luz, no debe reaccionar con el revelador (de ahí la importancia de un buen revelador como la hidroquinona). El fenómeno que ocurre es de óxido-reducción, y se basa en la precipitación del catión plata ( $\text{Ag}^+$ ) como plata metálica ( $\text{Ag}^0$ ) por transferencia de electrones.



Si se dejase actuar el revelador mucho tiempo, el papel fotográfico se pondría completamente negro ya que le daríamos tiempo a todos los iones plata ( $\text{Ag}^+$ ) a reducirse. Por lo tanto cuando aparece la imagen en las tonalidades adecuadas el proceso debe detenerse. Se utiliza ácido acético para esta función porque los reveladores solo actúan en medio básico. Al bajar el pH debido al agregado del ácido el agente reductor pierde su capacidad de ceder los electrones.

El baño de paro detendrá el efecto del revelador cuando consideremos que éste es suficiente.

Luego se hace la fijación, con una solución de hiposulfito de sodio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) que extrae el  $\text{AgBr}$  no sensibilizado, sin reducir, que se encuentra en los espacios claros. Es necesario eliminarlo para evitar que la fotografía pierda sus tonalidades al exponerla a la luz y se ennegrezca totalmente (se "vele"). Así se eliminan todos los iones plata ( $\text{Ag}^+$ ) que no hayan reaccionado antes. Se forma un compuesto extremadamente soluble en agua que será eliminado posteriormente al lavar la fotografía.

Finalmente, se lava el negativo abundantemente con agua. Una vez lavado ya no es sensible a la luz y puede sacarse de la habitación oscura donde se

trabaja con una luz roja que apenas actúa sobre el bromuro de plata.

## REVELANDO NUESTRAS FOTOGRAFÍAS ESTENOPEICAS

Materiales que hemos utilizado:

- Termómetro fotográfico (para la temperatura de los líquidos y el agua)
- Un reloj
- Botellas de plástico oscuro con forma de fuelle para los líquidos
- Probetas
- Cubetas planas y pinzas fotográficas para manipular las fotos
- Placa eléctrica para calentar el agua
- Cuerda y pinzas para tender los negativos
- Lámpara roja
- Una ampliadora fotográfica



En la habitación con la luz roja, colocamos sobre una mesa tres cubetas. Volcamos en la primera cubeta el

revelador diluido, en la segunda ponemos agua con un chorrito de Vinagre (que será nuestro detenedor) y en la tercera el fijador.

Retiramos el papel de la lata con muchísimo cuidado de no tocar con nuestros dedos la superficie que contiene la emulsión fotosensible y lo sumergimos en la primera cubeta con el agente químico, revelador, durante 90 segundos (el tiempo puede variar dependiendo de la dilución y la temperatura ambiente por lo que nos fijaremos en la imagen que se vaya formando), moviendo constantemente la cubeta para que el revelador impregne totalmente el papel. Manteniendo el papel sumergido más tiempo o menos del debido nos dará una imagen más oscura o más clara. Las moléculas de las soluciones químicas van perdiendo sus propiedades en contacto con la película. Es necesario agitar la solución para evitar que el proceso se ralentice. Hay que controlar también la temperatura. La mayoría de los reveladores están pensados para trabajar a 20º grados. Cuando la temperatura sube, las reacciones químicas son más intensas, con lo que el tiempo para el revelado correcto se acorta. Cuando la temperatura, baja las reacciones químicas son más lentas, aumentando el tiempo necesario para el revelado. Por debajo de los 14º, las reacciones químicas casi no tienen lugar.



Una vez que obtengamos la imagen que deseamos sumergiremos la fotografía en la segunda cubeta entre 10 y 30 segundos. Esto hará que el revelador detenga su proceso.

Finalmente colocamos la fotografía en la cubeta que contiene el fijador y la dejamos ahí entre 4 y 5 minutos. El fijador elimina las partículas sensibles a luz que no hayan sido alteradas por el revelador.

Ahora solo falta el lavado que haremos bajo el agua del grifo para eliminar los restos de fijador. Si no se lava apropiadamente el papel se oxidará y podremos perder nuestro negativo.



El secado de la fotografía lo hacemos colgando la foto en una cuerda o simplemente pegándola al azulejo.

La imagen que hemos obtenido es el negativo de nuestra fotografía. Para positivarla utilizamos la Ampliadora que teníamos en el Centro; situamos el negativo en el portanegativos y encendemos la luz de la ampliadora; en el tablero aparece ya nuestra fotografía; regularemos el enfoque y el tamaño y enfocamos para que la imagen sea lo más nítida posible. Al incidir la luz de la ampliadora sobre el negativo se obtiene el negativo de nuestro negativo, es decir, el positivo.

Otra forma de positivarla ha sido escaneando la foto con un escaner del

centro y hemos invertido los colores con un programa de edición de imágenes.



### MUESTRA DE ALGUNAS DE NUESTRAS FOTOGRAFÍAS ESTENOPEICAS

Con nuestras cámaras hechas en cajas de cartón, y con muchas pruebas de ensayo-error, hasta encontrar la distancia, el tiempo de exposición, el tiempo de revelado... hemos conseguido una gran muestra de fotografías estenopeicas.

Estos son algunas de ellas:

*Nuestra primera foto estenopeica: Dani y Manuel en la puerta del Instituto*



*Botella con el líquido revelador. Con esta foto pudimos apreciar muy bien el cambio entre el negativo y el positivo*



### Latas utilizadas como cámaras



### Fotos de los alumnos posando



*Fotografía enfocando los líquidos del revelado.*



La cámara utilizada para tomar esta fotografía era una lata de refresco. Enfocábamos las botellas de los líquidos de revelado iluminadas con un foco. Al revelar la fotografía descubrimos que también salía el foco y parte de la habitación que utilizamos como taller fotográfico. Así descubrimos que al ser un plano focal curvado en vez de plano, la imagen tiene un efecto de objetivo ojo de pez.

A partir de ahí empezamos a investigar cortando el papel para conseguir fotografías panorámicas, redondas... etc.

*Vistas panorámicas desde la ventana el Instituto realizada con una lata de refresco como cámara*



*Foto realizada con una cámara construida con el tubo negro donde se guardaban los carretes de fotos. Tiempo de exposición: 15 días*



*Vista panorámica desde la ventana el Instituto realizada con una caja de cartón como cámara*



Estas son sólo una muestra de todas las



fotografías estenopeicas que hemos sido capaces de realizar y revelar.

## **8- BIBLIOGRAFÍA-WEBGRAFÍA**

---

<http://www.ite.educacion.es/www.sapiens.itgo.comwww.difo.uah.eswww.educ.ar>

<http://imagenolvidada.jimdo.com/www.quimymas.blogspot.com.es>

# La tela de araña

*Claudia Miguel, Sara Gómez, Germán Higuelmo, y María Angulo*

*Profesora Helena Roncero*

Compañía de María La Enseñanza. Valladolid

Desde pequeños hemos visto telas de araña en plantas, árboles o en nuestras propias casas, pero hasta ahora sólo veíamos la tela de araña como algo que había que limpiar, en el caso de las telarañas de las casas. Sin embargo, a raíz de esta investigación, nos hemos dado cuenta de las asombrosas propiedades que poseen, así como de los innumerables usos que se le puede dar a esta fibra natural en los campos de la medicina, informática, industria textil... Además, creemos que en el futuro este material será cada vez más usado, ya que podría sustituir a otros materiales no naturales, y por tanto no biodegradables. Nuestra investigación parte de cómo es la seda de araña, es decir, de qué está formada, cómo se forma y de cómo pasa de estado líquido a sólido al ser expulsada por la araña. Después, se encuentran las propiedades de las telas de araña, elasticidad, resistencia, conductividad (en el caso de la araña *Nephila clavipes*, o tejedora dorada), pegajosidad, etc. A continuación, recogemos algunos de los usos que se le han dado a la tela de araña desde hace miles de años hasta nuestros días. Por último mostramos un experimento que realizamos con arañas y sus respectivas telas para comprobar si se verifica nuestra hipótesis o no, y a partir de él sacar conclusiones.

---

## I. Fase de planteamiento

Con la llegada de la primavera, comenzamos a ver todo tipo de animales, y huellas de sus actividades, como lo son las arañas y sus magníficas telas.

Con esta investigación se pretende aumentar el conocimiento sobre las telas de araña y todas sus propiedades, así como sus posibles usos en nuestra vida cotidiana y además sabremos por qué las

arañas no se pegan a sus propias telas a través de la verificación o falsación de una hipótesis propuesta; **“Las telas de araña poseen una sustancia pegajosa que sólo afecta a otros insectos”**.

Anteriormente se han llevado a cabo investigaciones sobre las telas de araña como por ejemplo el publicado por “PUCP” y llevado a cabo por Jorge Alencastre:

<http://www.scribd.com/doc/104879071/Suplemento-Neo-Ano-4-Numero-47-2012>

---

Revista Investigando la Química, 1, 58 - 62.  
2014

Otro descubrimiento reciente, ha sido el realizado por el equipo al mando de Xinwei Wang, que descubrió que la seda de algunas arañas conduce el calor con mayor eficiencia que casi cualquier otro material sobre la Tierra, lo que significa que un día podría ser usada como componente de los artículos electrónicos:

<http://www.veoverde.com/2012/03/la-seda-de-las-aranas-y-su-posible-uso-en-la-electronica/>

En 2010, Un grupo de científicos noruegos, suecos y españoles, en el que participan investigadores de la Universidad Complutense de Madrid, llevaron a cabo nuevos hallazgos sobre la estructura de araña.

<http://www.nature.com/nature/journal/v465/n7295/full/nature08962.html#/>

<http://www.youtube.com/watch?v=cF3byI3fsHo>

Hace unos años, en la Universidad de Utah consiguieron cabras que producen seda de araña, puesto que al modificar un gen de las cabras, consiguieron que fabriquen tela de araña al producir leche:

<http://www.elreferente.es/tecnologia/spidercabras-18032>

<http://www.revistaligera.com/2012/03/cabras-que-producen-seda-de-telarana/>

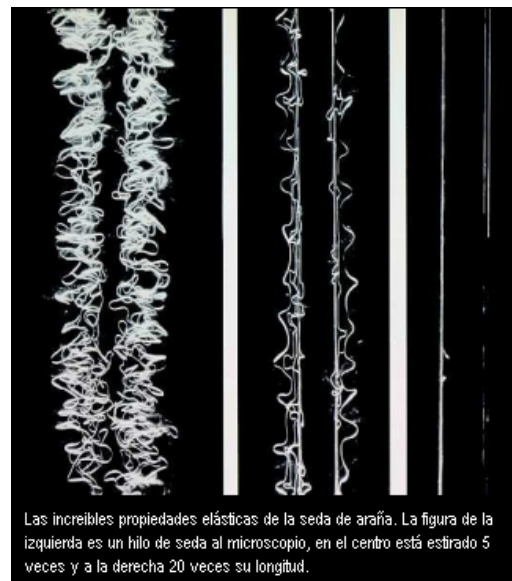
## II. Formulación de diseño de la investigación: Identificación de variables y metodología científica seguida para obtener y/o analizar los datos.

Para realizar la investigación, vamos a recoger información sobre las telas de araña, sus propiedades, como la elasticidad y la resistencia, los usos de la seda de araña y explicaremos por qué el hilo de seda cambia de estado líquido a

estado sólido al ser expulsado al exterior por la araña. Además por último, explicaremos un pequeño experimento que podemos realizar con una araña y su telaraña.

## III. Fase de experimentación: Ejecución del diseño, recogida de información y obtención de datos experimentales.

La telaraña está compuesta por diferentes tipos de seda producida en unas glándulas abdominales llamadas glándulas sericígenas dispuestas específicamente para ello. Todas las arañas, sin excepción, fabrican seda; aunque no todas la utilicen para fabricar telarañas. Una araña típica, la araña del jardín (*Araneus diadematus*) excreta seis tipos distintos de seda, formada por dos tipos de proteínas, llamadas espidroínas, y algunos glúcidos.



La síntesis y secreción de las proteínas componentes de la seda (las espidroínas) tiene lugar en la glándula Ampulácea mayor, situada en el extremo posterior del cuerpo de la araña. Las proteínas se acumulan en el interior de la glándula a alta concentración. Según van avanzando

a lo largo de la glándula, las largas moléculas de espidroína se van organizando, hasta formar un verdadero cristal líquido. Un poco antes de llegar al extremo de la glándula, a poca distancia de la salida al exterior, se convierte bruscamente en una fibra sólida e insoluble, esto se debe a que cuando es el momento adecuado para hacer girar un hilo, la proteína pasa a través de la glándula en la que se convierte en hilo de araña. A lo largo de la glándula, las condiciones cambian: entre otras cosas, el pH se reduce de un neutro (pH 7) a un nivel un poco más ácido, pH 6.

Es asombroso, pero a pesar de ser muy elásticas y dúctiles, las telarañas son más sólidas y consistentes que otros materiales naturales. Sin embargo, un problema que se plantearía es el del rebote del insecto después de tropezar con la telaraña, es el riesgo que se corre por ser elástica, y que provocaría que la araña se quedase sin almuerzo. Para evitar esto la telaraña es en realidad más larga de lo que parece, pues la mayor parte de su longitud está enrollada en el interior de cuentas acuosas, simulando las cuentas de un collar. Los hilos de una telaraña pueden estirarse hasta 10 veces su longitud y vuelven a encogerse lo bastante rápido para que la presa no salga rebotada de la red.

La resistencia de un hilo de araña es de 149 kg/mm<sup>2</sup>, bastante superior a la del nailon, por ejemplo. Incluso algunas fibras tienen una resistencia superior a la del acero en proporción. Tal es así que la telaraña es capaz de aguantar un animal 2.000 veces más pesado que ella. Y se ha descubierto recientemente que hay una araña concreta, , que fabrica una seda capaz de conducir el calor a una velocidad de 416 Watts por metro Kelvin. Para tener una referencia, la piel humana

conduce el calor a la mísera velocidad de 0,6 W/m-K; y el cobre a una velocidad de 401 W/m-K.

Además cuando una araña abandona su tela, ésta desaparece muy lentamente debido a que el hilo de seda apenas sufre agresiones procedentes de bacterias u hongos, a pesar de tratarse de una estructura proteica, gracias a la presencia en la seda de una capa bactericida y fungicida, de composición no totalmente



determinada.

Usos de la seda de araña:

Las propiedades de la seda de las arañas, han permitido que las telarañas hayan sido utilizadas ya por los antiguos griegos como bandas curativas, y gracias a la capa bactericida y fungicida, mencionada anteriormente, mantenía las heridas sangrientas protegidas con material antiséptico, y por tanto, libres de infecciones potenciales.

Más tarde, los científicos del siglo XIX que usaban telescopios para estudiar

astronomía y otros campos necesitaban miras precisas en sus telescopios, por lo que colocaban telaraña en sus lentes, ya que la telaraña es increíblemente fina, 30 veces más pequeña que el cabello humano y sólo 1/10.000 de una pulgada (2,5 cm) de ancho, lo que significa que la telaraña podía ser usada para formar miras sin obstruir la visión de los científicos. Esta técnica tendría aplicaciones durante la Segunda Guerra Mundial, cuando los aviones cazadores y bombarderos usaban telaraña para las miras de sus armas y sus visores.

También, los aborígenes de Australia, utilizaban hebras de las telas de araña que recogían como línea de pesca, ya que es muy resistente. Y no sólo los australianos las utilizaban, sino que los aldeanos de las Islas Salomón utilizan telarañas para pescar sin necesidad de anzuelo.

Actualmente, la seda de araña es producto de muchas investigaciones, las cuales abarcan sus posibles usos en medicina, para reparar músculos y ligamentos, o para fabricar diferentes prótesis y electrodos que midieran la frecuencia cardíaca, además se está utilizando en los chalecos antibalas y en vestimentas a prueba de agua, aunque también en ropa de lujo, como la capa que vemos a la derecha, para la cual se necesitaron más de un millón de arañas tejedoras de Madagascar y se tardó más de ocho años en terminar, y en el campo de la música se utiliza para crear cuerdas de violín.

#### EXPERIMENTO:

##### Observación:

Nos fijamos en una tela de araña. Aparentemente está formada por unos hilos radiales que parten del centro hacia

los extremos y otros con forma de círculo formando circunferencias concéntricas mayores a medida que nos alejamos del centro.

Observamos que cuando colocamos un insecto en la tela de araña, cuando nota las vibraciones en la tela de araña, la araña rápidamente se acerca moviéndose a través de los hilos radiales principalmente. Si tenemos en cuenta que la mayor parte de las arañas esperan pacientemente a su presa en el centro, desde el camino más corto a cualquier parte son los radios, se trata de una asombrosa idea. ¿Pero por qué no se pega? Esto se debe a que a diferencia de los demás, los hilos radiales no son adhesivos, pero la araña, cuando se acerca a la presa a través de los otros hilos sigue sin quedarse pegada.

Además, buscando información, encontramos que las arañas tienen en sus patas un aceite especial que impide que se adhiera a los hilos de su tela.

##### Experimentación:

Para confirmarlo, diseñamos un sencillo experimento, en el cual, cogimos un par de arañas de tipo *Pholcus phalangoides* (una araña que podemos encontrar en ocasiones dentro de nuestras casas en rincones altos) y sumergimos sus largas patas en unas gotas de éter (Líquido transparente, inflamable y volátil que se empleaba en medicina como antiespasmódico y anestésico), que elimina el aceite.

Después, devolvimos a las arañas a sus telas, y se movieron por los hilos radiales sin problemas. Sin embargo, cuando colocamos otro insecto en su tela, al ir a acercarse a él por los hilos concéntricos, la araña sí se quedó pegada.

Pholcus phalangioides



#### IV. Fase de tratamiento y análisis de datos, obtención de resultados (contraste de hipótesis) y elaboración de conclusiones.

Mediante el experimento que hemos realizado, podemos verificar nuestra hipótesis anteriormente planteada: **“Las telas de araña poseen una sustancia pegajosa que sólo afecta a otros insectos”**, aunque hay que aclarar que es verdadera siempre y cuando no intervengamos los humanos, ya que a las arañas no les afecta dicha sustancia adhesiva gracias a una otra sustancia, de naturaleza igual que el aceite, que poseen en sus patas, pero una vez intervenimos para eliminar esa sustancia, las arañas se quedan pegadas a su tela al igual que los insectos que caen presos en las redes.

Hay que destacar que se han descubierto importantes usos que se le pueden dar a este material natural, que puede sustituir a muchos materiales que no son biodegradables como es el caso del Kevlar, aunque creemos que queda mucho por investigar, ya que pensamos que es muy complicado conseguir a un ritmo adecuado tanta cantidad de seda de araña como sería necesaria para poder suplir la demanda, y estamos seguros de que todavía quedan muchos usos en el campo de la biomedicina en los

que la seda puede ser útil pero todavía no se ha descubierto.

#### V. Referencias bibliográficas y páginas web consultadas más importantes.

---

Páginas más consultadas:

<http://www.veoverde.com/2012/03/la-seda-de-las-aranas-y-su-posible-uso-en-la-electronica/>

[http://www.ehowenespanol.com/usos-humanos-telarana-info\\_194212/](http://www.ehowenespanol.com/usos-humanos-telarana-info_194212/)

<http://www.destejendoelmundo.net/2012/02/tela-de-arana.html>

<http://www.scribd.com/doc/104879071/Suplemento-Neo-Ano-4-Numero-47-2012>

<http://www.veoverde.com/2012/03/la-seda-de-las-aranas-y-su-posible-uso-en-la-electronica/>

<http://www.nature.com/nature/journal/v465/n7295/full/nature08962.html#/>

<http://www.bioblogia.com/2010/05/como-crean-las-aranas-los-hilos-de-seda/#.UyycqV7TbCc>

<http://www.elreferente.es/tecnologia/spidercabras-18032>

<http://www.revistaligera.com/2012/03/cabras-que-producen-seda-de-telarana/>

Vídeo

<http://www.youtube.com/watch?v=cF3byI3fsHo>

# Organismos Genéticamente Modificados

*Julia García, Marta Gil, Lara Suárez, y Alejandra Vela*

*Profesora Helena Roncero*

*Compañía de María La Enseñanza. Valladolid*

El trabajo es una revisión bibliográfica de los organismos genéticamente modificados, en el que partiendo de la hipótesis de trabajo: “Los organismos genéticamente modificados (OGM) no siempre son beneficiosos,” se analizan diversos aspectos de los OGM como qué es un OGM, la importancia de la bioquímica en la síntesis de los OGM, la forma de obtención de los OGM, los diferentes tipos de OGM, sus aplicaciones y posibles peligros. Tras el estudio de los anteriores aspectos no podemos ni verificar ni falsar la hipótesis de trabajo, obteniendo las siguientes conclusiones: Los OGM han supuesto un gran avance en múltiples campos y son todavía fuente de nuevas aplicaciones. Los OGM pueden presentar problemas y ocasionar daños si no se utilizan de forma adecuada y controlada. No existen estudios suficientes sobre los posibles efectos secundarios a medio y largo plazo, por lo que se debería investigar más en este aspecto.

---

## **I. Fase de planteamiento, señalando qué se pretende investigar, el marco teórico, antecedentes e investigaciones previas sobre el tema y la formulación de las hipótesis de investigación**

Nuestro trabajo de investigación científica se centra en un apartado de la biotecnología, la cual hace referencia a cualquier proceso biológico que sirva para obtener bienes y servicios a partir de organismos vivos. Hemos elegido el

tema de la modificación genética de los organismos, es decir, los “transgénicos”, ya que es una parte de la biotecnología que está muy presente en la sociedad actual y que suscita debate dentro de ella.

Los OGM o transgénicos son organismos vivos cuyo material genético ha sido manipulado introduciendo genes que proceden de otras especies para otorgarles alguna característica específica, usando técnicas modernas en laboratorios especializados por ingenieros genéticos.

Pueden ser bacterias, virus, levaduras, insectos plantas o animales. Estas

---

Revista Investigando la Química, 1, 63 - 82.  
2014

técnicas permiten transferir genes entre especies próximas o distantes. La importancia de estas nuevas técnicas recae sobre sus potenciales aplicaciones en muchos campos como la medicina, agricultura, ganadería... etc. y sobre los beneficios económicos que proporciona sobre todo en los sectores médicos y de los alimentos. Sin embargo a pesar de los beneficios que pueden aportar, estos OGM han provocando controversias, en cuanto a los posibles efectos negativos que podría ocasionar su uso tanto a nivel medio ambiental como a nivel de su consumo por el hombre y también una reflexión ética en cuanto al uso de animales para producir OGM. Hay partidarios de los OGM que afirman que no se ha probado que ningún OGM presente riesgo alguno para la salud, ni para el medio ambiente. Pero también hay detractores que alegan que los estudios realizados sobre los transgénicos son insuficientes y que se deberían tomar las precauciones pertinentes para evaluar la contaminación genética del medio ambiente, así como los riesgos en la salud que puedan tener. Sin embargo el evaluar la seguridad de la ingeniería genética es todavía algo incierto ya que los científicos controlan los efectos primarios (o lo que se quiere conseguir), pero no pueden controlar los efectos secundarios (mediados por procesos naturales de recombinación y mutación), que podrían dar lugar a resultados no deseados e impredecibles. También son criticados por el control de mercado que ejercen las compañías multinacionales dueñas de las patentes

Los seres humanos desde hace al menos 10.000 años han tratado de modificar la explotación agrícola y pecuaria, seleccionando características o propiedades de interés de plantas y

animales con el objetivo de mejorar sus producciones. En la Antigüedad, con el inicio de la domesticación como mecanismo de subsistencia, el hombre dio origen al mejoramiento convencional utilizando métodos como selección y cruzamientos, con la finalidad de mejorar rendimientos, calidad de los productos y capacidad de adaptación a condiciones naturales.

Sin embargo no fue hasta 1973 cuando [Herbert Boyer y Stanley Cohen](#) consiguieron transferir ADN de un organismo a otro (una bacteria). El mismo año, [Rudolf Jaenisch](#) creó un [ratón transgénico](#), que se convirtió en el primer animal transgénico de la historia. Sin embargo, la modificación no se transmitió a sus descendientes. En 1983 se creó la primera planta transgénica de [tabaco](#).

Desde entonces, el ser humano ha utilizado los organismos genéticamente modificados (OGM) o transgénicos, y los productos que de ellos se obtienen, para intentar solucionar diversos problemas existentes en sectores como el de la salud, el de la producción de alimentos y en la recuperación de eco sistemas contaminados. Todo esto ha sido posible gracias al desarrollo de la técnica del ADN recombinante

En el siguiente trabajo nos hemos planteado como objetivos e hipótesis de trabajo

#### OBJETIVOS:

- Conocer que es un OGM
- Conocer la importancia que han tenido los descubrimientos bioquímicos de determinadas enzimas para la síntesis de OGM



- Conocer las diversas formas de obtención de los OMG
- Conocer las diferentes tipos de organismos genéticamente modificados
- Conocer las principales aplicaciones de los OMG
- Conocer las desventajas y posibles peligros de los OMG

#### HIPÓTESIS:

“Los organismos genéticamente modificados (OGM) no siempre son beneficiosos.”

## **II. Formulación de diseño de la investigación: Identificación de variables y metodología científica seguida para obtener y/o analizar los datos**

En la realización de este trabajo nos hemos planteado una serie de objetivos. Para conseguir estos objetivos, hemos llevado a cabo un trabajo de investigación y revisión bibliográfica sobre el tema, utilizando sobre todo como fuente de información “Internet” pero también libros de texto que hemos reflejado en la bibliografía. Hemos estudiado diversos artículos tanto teóricos como de opinión y hemos intentado exponer de manera resumida tanto los conocimientos teóricos sobre el tema como las distintas opiniones que suscita. Para ello primero explicaremos la tecnología del ADN recombinante, que es la técnica que nos ha permitido obtener OGM; posteriormente comentaremos los OGM más utilizados en la actualidad y las aplicaciones que tienen en diferentes campos, los posibles peligros que pueden ocasionar y las opiniones de sus detractores; terminaremos exponiendo nuestras

opiniones sobre el tema y las conclusiones a las que hemos llegado.

## **III. Fase de experimentación: Ejecución del diseño, recogida de información y obtención de datos experimentales.**

### III.A. La Tecnología del ADN Recombinante.

La ingeniería genética es un conjunto de técnicas que permiten la manipulación y transferencia de genes de un organismo a otro. De esta manera obtenemos organismos genéticamente modificados. El ADN formado por la unión de fragmentos de ADN procedentes de organismos diferentes se denomina ADN recombinante, por esto el conjunto de técnicas que utiliza la ingeniería genética se denomina tecnología del ADN recombinante.

Con ella por tanto, es posible aislar y manipular un fragmento de ADN de un organismo para introducirlo en el ADN de otro.

Esta tecnología nos permite obtener fragmentos de ADN en cantidades ilimitadas, que llevará además el gen o los genes que se desee. Este ADN puede incorporarse a las células de otros organismos (vegetales, animales, bacterias...) en los que se podrá "expresar" la información de dichos genes.

En la tecnología del ADN recombinante podemos diferenciar diferentes etapas:

1.- Corte específico del ADN en fragmentos pequeños y manejables mediante la utilización de un tipo de enzimas conocidas como enzimas de restricción que pueden considerarse como las "tijeras moleculares". Estas

enzimas se caracterizan por dos principios:

Cada enzima de restricción reconoce una secuencia específica de nucleótidos y corta los enlaces fosfodiéster en ese punto de cada una de las cadenas de ADN.

Los extremos libres que quedan se llaman extremos pegajosos, porque pueden unirse a otros fragmentos de ADN que hayan sido cortados por la misma enzima de restricción, que pueden provenir de otro organismo, gracias a la acción de las enzimas ADN ligasas, que son enzimas pegamento que unen los extremos cohesivos de fragmentos de ADN generados por las endonucleasas de restricción, formándose así una molécula de ADN recombinante que contiene ADN de los dos organismos

Los fragmentos obtenidos después de la actuación de las distintas enzimas de restricción, se pueden separar por tamaños, es decir, según el número de pares de nucleótidos que llevan, mediante la técnica de electroforesis y así estudiar los distintos trozos.

2.- Inserción de los fragmentos de ADN. Esta inserción se realiza en vectores de clonado, que son los agentes transportadores capaces de introducirlos en las células hospedadoras y autorreplicarse dentro de ellas.

Tipos de vectores de clonación:

Plásmidos. Son moléculas de ADN circular, con un tamaño menor que el del cromosoma. Se replican con independencia del cromosoma bacteriano ya que tienen su propio origen de replicación. La unión del ADN que contiene el gen que se desea clonar con el vector de clonación, se realiza por medio de otras enzimas, denominadas

ADN-ligasas, que unen ambos trozos de ADN. El resultado es una molécula de ADN recombinante, ya que contiene fragmentos de ADN de distinta procedencia.

Bacteriófagos. El proceso es similar, se trata de insertar el gen deseado en un fragmento de ADN vírico. Posteriormente se ensamblarán las distintas partes del virus. Así quedará el virus completo. En el siguiente paso se insertará este ADN por el proceso de la TRANSDUCCIÓN.

Cósmidos. Los cósmidos son vectores híbridos construidos utilizando partes del cromosoma del fago lambda y de DNA plasmídico y todo esto se empaqueta en el interior de un fago. Con ellos se puede introducir en la célula receptora fragmentos largos de ADN.

Marcadores:

Los vectores de clonación deben llevar otros genes denominados marcadores, que sirven para identificar las células que contienen el vector de clonación. Se suelen utilizar como marcadores, *genes de resistencia a antibióticos* y *genes de bioluminiscencia*. Sirven para identificar las bacterias que contienen el vector de clonación

Genes de resistencia a antibióticos, porque estas bacterias serán resistentes al antibiótico del gen marcador.

Genes de luminiscencia. En este caso, la célula que contenga el gen que se quiere clonar, tendrá la propiedad de emitir luz. Este sistema se emplea cuando la célula hospedadora es una célula eucariota.

3.- Métodos de introducción del vector. El siguiente paso será introducir el vector de clonación que contiene el gen que se quiere clonar en la célula hospedadora, para que ésta, al multiplicarse, origine un clon celular que lleve el gen concreto.

Existen varios métodos que dependerán del tipo de célula fundamentalmente.

3.1.- En bacterias (células procariotas), mediante estos procesos:

**Transformación.** Ocurre espontáneamente en ciertos tipos de bacterias y se consigue artificialmente sometiendo a la célula bacteriana a tratamientos físicos y químicos. La célula capta moléculas de ADN que se encuentran en el medio externo, las introduce en su interior y las incorpora a su genoma

**Transducción.** Este método consiste en introducir el ADN en la célula hospedadora mediante un virus, utilizando como vector de clonación el genoma del virus.

Posteriormente tendrá que haber:

Selección de las bacterias transformadas, utilizando los genes marcadores explicados anteriormente.

Crecimiento de las bacterias transformadas en cultivo, al mismo tiempo que se duplican las bacterias, se duplica también el número de plásmidos y el gen que llevan insertado

Aislamiento de los plásmidos recombinantes y de las copias del gen de interés. Se pueden formar por tanto diferentes clones con genes de interés para el hombre. Este conjunto de clones se denomina biblioteca genómica.

3.2.-Transferencia de DNA a eucariotas.

Tanto las células animales como las vegetales pueden incorporar DNA del medio ambiente, proceso denominado transfección. Además, los vectores, incluyendo los YAC, pueden utilizarse para transferir DNA a células eucarióticas

3.2.1.- Células vegetales.

En las células vegetales se puede introducir el vector de las siguientes maneras:

- **Agrobacterium tumefaciens.** La bacteria infecciosa *Agrobacterium tumefaciens* contienen un plásmido conjugativo de gran tamaño, denominado plásmido Ti. Se pueden insertar genes exógenos en el segmento T-DNA de Ti, y la bacteria infecciosa puede transferir el Ti alterado a la célula vegetal, estas células se cultivan, se eliminan las que no han incorporado el gen y las células transformadas permiten obtener plantas transgénicas.

- **Protoplastos.** Son células vegetales a las que se les ha liberado de la pared celular. De esta manera queda eliminada la barrera principal para la introducción de genes foráneos. Puede realizarse una transferencia directa de genes mediante la fusión de protoplastos (la célula vegetal sin la pared) mediante químicos como el PEG (polietilenglicol), de donde se obtienen híbridos nucleares y luego células transgénicas por recombinación; también puede emplearse liposomas.

- **Métodos de inyección (micro y macroinyección),** estos métodos consisten en inyectar material genético foráneo al núcleo de la célula.

- **Microcañón o cañón de partículas** que consiste en bombardear tejidos de la

planta con micropartículas metálicas cubiertas del fragmento de ADN que interesa se integre en el ADN de la planta.

### 3.2.2.- Células animales.

Pueden incorporar DNA por distintos métodos, como:

- Electroporación. Si se mezcla un conjunto de células con una preparación de DNA y a continuación se las expone brevemente a pulsos eléctricos, las células captan el DNA a través de poros temporales creados en su membrana plasmática. Algunas de estas células sufrirán el proceso de transformación.
- Coprecipitación con fosfato cálcico y endocitosis.
- Microproyectiles. Una de las técnicas más eficaces consiste en disparar microproyectiles revestidos con DNA al interior de células animales.
- Encapsulación del DNA en membranas artificiales (liposomas) seguido de su fusión con membranas celulares.
- La microinyección del ADN dentro de la célula
- Retrovirus. Los virus se utilizan cada vez con mayor frecuencia para insertar los genes deseados en células eucariotas. Por ejemplo, pueden insertarse genes en un retrovirus, que a continuación infecta la célula diana e integra una copia de DNA de su genoma RNA en el cromosoma de la célula huésped.

Generalmente, el DNA introducido en una célula de mamífero por cualquiera de estos métodos se integra en el genoma del huésped. Los métodos de transferencia de DNA se han utilizado para: transferir genes a óvulos fecundados, produciendo así animales transgénicos; para investigar los

aspectos moleculares de la expresión génica; y para replicar los genes clonados utilizando células de mamífero como huéspedes.

### III.B. Organismos Genéticamente Modificados.

Las técnicas anteriormente descritas, han permitido realizar manipulaciones complejas en el genoma de diferentes seres vivos, principalmente bacterias, levaduras, plantas y animales y como resultado se obtienen organismos genéticamente modificados. Estas modificaciones pueden suponer la inclusión de un gen foráneo en el genoma, lo que da lugar a los organismos transgénicos. Los organismos transgénicos, por tanto, son aquellos a los que se ha insertado un gen, conocido como transgén, procedente de otro organismo, y esto generalmente va a dar lugar a una expresión en su fenotipo de una característica que antes no tenían.

#### 1. Bacterias y levaduras transgénicas.

Son los organismos más utilizados por biotecnología gracias a su fácil manipulación y a su rápido ciclo biológico

**Bacterias:** pueden ser modificadas por plásmidos preparados adecuadamente, que actúan como vectores de expresión. Con ellos se consigue un proceso de transformación en las bacterias

**Levaduras:** son células eucariotas y para su manipulación genética, es necesario utilizar un cromosoma artificial funcional (YAC) durante el proceso de mitosis para que sea transmitido a la descendencia. Este cromosoma se puede construir añadiendo a un plásmido la secuencia de un centrómero

## 2. Plantas y animales transgénicos.

Pueden ser de dos tipos:

**Quimeras trasgénicas:** son organismos que tienen unas células modificadas genéticamente y otras no, debido a que la inserción del transgén solo se hace sobre algunas células del embrión.

**Organismos transgénicos:** Tienen todas sus células modificadas por un transgén, lo que permite asegurar la transmisión a su descendencia:

-Animales transgénicos: se obtienen mediante la inserción de un gen en un óvulo recién fecundado, o en células madre embrionarias antes de la implantación en una madre de acogida para su desarrollo.

-Plantas transgénicas: se obtienen a partir de células aisladas de una planta y mantenidas en cultivo, a las que se ha transferido un determinado gen por medio de un plásmido T1 de la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*. O bien utilizando la el ADN de los cloroplastos como base para la inserción el trasgén

### III.C. Aplicaciones, Ventajas y Desventajas de los OGM

#### 1. Aplicaciones de las bacterias y levaduras modificadas genéticamente.

Éstas se utilizan para producir proteínas y péptidos de gran pureza, entre las que se encuentran la hormona de crecimiento humano o la insulina

#### 2. Aplicaciones de los animales modificados genéticamente

En Biofarmacéutica:

Una importante aplicación de los transgénicos es la producción de

proteínas terapéuticas para uso clínico en humanos. Gracias a animales transgénicos se pueden producir proteínas de animales, plantas o microorganismos en la leche de los mamíferos, orina, saliva, sangre y fluido seminal. También se pueden producir proteínas terapéuticas en los huevos de las gallinas, si bien en cantidades más pequeñas. Entre otras proteínas se han obtenido de esta forma, el Factor de Coagulación VIII y IX, la alfa1 antitripsina, la proteína C para limitar la formación del coágulo; la albúmina sérica humana para los productos sustitutivos artificiales de sangre, y los antígenos de hepatitis para la producción de vacunas.

También los animales transgénicos pueden ser útiles en ensayos de seguridad de vacunas y productos químicos.

En Ciencias Básicas

Se pueden diseñar animales modificados genéticamente para estudiar genes concretos de las siguientes formas:

-Con la introducción de un nuevo gen dentro de un animal, creando un animal transgénico.

-Con la eliminación de un gen del genoma de un animal, creando un Knockout.

-Con la regulación de ese gen

El estudio de los efectos biológicos derivados de estas manipulaciones genéticas sirve en ciencias básicas entre otras cosas para:

- La identificación de genes, el conocimiento de su estructura, función y regulación. Entre ellos los genes involucrados en el desarrollo del cáncer (oncogenes) y de los virus oncogénicos,

- La manipulación de la expresión génica “in vivo”.
- El estudio de los procesos involucrados en la síntesis proteica.
- El estudio de procesos fisiológicos específicos.
- El estudio, a nivel molecular, del desarrollo embrionario y su regulación.

En Biomedicina:

La creación de animales modificados genéticamente en biomedicina permite:

- El desarrollo de modelos animales para el estudio de enfermedades humanas. Existen modelos transgénicos animales para el estudio de una amplia variedad de enfermedades humanas. Éstos son de gran importancia para reconocer el papel de determinados genes en la aparición de una enfermedad, y reproduciendo la enfermedad en el animal, investigar el tratamiento apropiado. En la actualidad son innumerables las líneas de investigación que utilizan animales transgénicos como modelos con resultados prometedores.
- La utilización de animales modificados genéticamente como donantes de órganos para humanos: xenotrasplantes. En la actualidad a pesar de haber aumentado el número de donantes de trasplantes sigue existiendo un déficit de órganos. Por ello el esfuerzo en conseguir órganos no humanos que no sufran el problema del rechazo. Actualmente, diversos estudios han demostrado que el cerdo es el animal considerado la mejor elección como donante de órganos para los humanos y por ello se han establecido técnicas de transgénesis para modificar la inmunogenicidad de las células y los órganos porcinos y evitar así el rechazo de su trasplante a humanos. Los ejemplos

en los que ha participado la especie porcina incluyen la producción de células pancreáticas para segregar insulina; células dopaminérgicas para el tratamiento de Parkinson; hemoglobina humana para sangre artificial; hepatocitos para hígados artificiales; células madre hematopoyéticas para el tratamiento de la leucemia o algunas formas de anemia, y corazones, pulmones, riñones, hígados y córneas para trasplantes de órganos. Sin embargo, el punto crítico para la aplicación de los xenotrasplantes es el peligro de transmisión de zoonosis a través de los órganos trasplantados

- La utilización de animales transgénicos en terapia génica. Entre las líneas celulares derivadas de animales transgénicos de uso en biomedicina, podemos citar la utilización de cultivos celulares de dermis de animales transgénicos que se utilizan como vehículos en terapia génica. También se están desarrollando ratones transgénicos para abordar estrategias terapéuticas basadas en terapia génica en las que se manipula “in-vivo” la carga genética del páncreas de ratones y perros diabéticos.

En Toxicología

- Animales modificados genéticamente para funcionar como biosensores de la contaminación ambiental. Se han diseñado variantes transgénicas del pez cebra (Zebrafish) con elementos de respuesta (RE) a contaminantes del agua que inducen la expresión de luciferasa y generan luz.

En zootecnia:

La zootecnia es una ciencia que estudia diversos parámetros para el mejor aprovechamiento de los animales domésticos y silvestres, pero siempre

teniendo en cuenta el bienestar animal ante todo y si estos serán útiles al hombre con la finalidad de obtener el máximo rendimiento, administrando los recursos adecuadamente bajo criterios de sostenibilidad.

La aplicación de metodologías transgénicas con la introducción de nuevos genes en los animales de abasto han mejorado los caracteres de producción y reproducción de dichos animales. Hay muchas aplicaciones potenciales de la ingeniería genética en el desarrollo de nuevas y mejores estirpes de animales de granja que tendrían utilidades prácticas en la producción: incremento de la fecundidad y mejora de las características reproductivas; aumento de los índices de conversión y de las tasas de crecimiento; mayor y mejor producción láctea, y mayor resistencia a las enfermedades.

La ingeniería genética en animales de granja se ha dirigido a mejorar la productividad animal: mejorando en el ganado transgénico la composición corporal, la calidad de la carne, la producción de leche, la calidad de la lana, e incrementando la fecundidad y la resistencia a enfermedades. Así, se han desarrollado vacas que producen más leche, ovejas que producen más lana y peces con mayor tasa de crecimiento.

La modificación genética se ha extendido a gran número de especies como por ejemplo al gusano de seda, para segregar colágeno; o a orugas, portadoras de espidroína, la proteína responsable del ultra resistente hilo de las arañas (utilizado para tejer paracaídas y chalecos antibalas).

- Cambios en la composición de la leche.

Los avances en la tecnología del DNA recombinante han permitido cambiar la composición de la leche introduciendo proteínas totalmente nuevas. Estos cambios pueden aumentar las posibilidades de utilización de la leche e incrementar su valor.

La mejora en los índices de crecimiento del ganado o sus tasas de supervivencia a través de la modificación de la composición de la leche requiere la utilización de animales transgénicos con los que consigamos aumentar la producción, aumentar el contenido de nutrientes o modificar su composición para conseguir proteínas exógenas.

Un segundo mecanismo, por el que la alteración de la composición de la leche puede afectar el crecimiento de los animales, es la adición de hormonas, factores de crecimiento o factores con actividad biológica beneficiosa. Se ha postulado que la presencia de determinadas sustancias bioactivas, produce importantes beneficios en el neonato con respecto a la regulación del crecimiento, el desarrollo y la maduración del intestino y los sistemas inmunológico y endocrino.

Otras propiedades de la leche cuya modificación debe tenerse en cuenta son las que pueden afectar a la salud humana y animal. Se ha demostrado que se pueden conseguir animales transgénicos que secreten en la leche anticuerpos específicos, lo que sugiere que la glándula mamaria podría producir anticuerpos que sean capaces de prevenir las mastitis en el ganado.

También podemos aumentar los componentes específicos de la leche con interés para la industria alimentaria. Un ejemplo podría ser el incremento en los

diversos componentes como la caseína de la leche.

- Modificación de los índices de crecimiento.

La producción de ganado transgénico ha sido fundamental en la consecución de nuevos conocimientos sobre los mecanismos de acción de los genes implicados en el control del crecimiento. Con el uso de la tecnología transgénica es posible manipular los factores de crecimiento, así como sus receptores y las moléculas que intervienen en su modulación. En cerdos se han realizado esfuerzos para mejorar su crecimiento y variar la composición de su carne mediante la adición de genes

También se está estudiando la posibilidad de modificar la composición de la carne alterando el metabolismo o la absorción del colesterol y/o los ácidos grasos y así reducir el contenido de éstos en la carne, los huevos o los derivados lácteos, o introducir ácidos grasos beneficiosos como el omega 3

- Animales resistentes a enfermedades.

Con la transgénesis en el ganado se pueden conseguir animales con una mayor resistencia a las enfermedades mediante la introducción de genes específicos. En concreto, se plantea el diseño de genes que se expresen como respuesta a determinados estímulos o estados fisiológicos en los que se produzcan antígenos señalizados para poner en marcha la maquinaria inmunológica y cuyo resultado sea la inmunización de los transgénicos ante esa enfermedad mediante la producción de anticuerpos protectores.

- Mejora de los rendimientos reproductivos y de la fecundidad.

Recientemente, han sido identificados varios genes que pueden afectar poderosamente a los rendimientos reproductivos y a la fecundidad. Éstos incluyen el gen del receptor de estrógeno (ESR) y el gen *Boroola*. La introducción de un polimorfismo en el ESR podría aumentar el tamaño de la camada en varias razas de cerdos. En ovejas Merinas se ha identificado un único gen autosómico que regula la fecundidad, que permite una mayor tasa de ovulación produciendo por tanto un aumento de tamaño de la camada aunque no es exactamente proporcional. La producción de ovejas transgénicas con el alelo adecuado de *FECB* podría aumentar la fecundidad en diferentes razas de ovino.

El uso de los llamados “genes suicidas”, que controlan la muerte celular programada (apoptosis), podría ser de mucho interés en la producción ganadera. Estos genes, una vez incorporados en la célula, se pueden estimular para que se inicie la apoptosis. La incorporación de estas estrategias en la producción de animales transgénicos podría permitir un control preciso de la reproducción. Un ejemplo: se podría utilizar un promotor específico en las gónadas para que, cuando se expresase, se indujera la muerte de los espermatozoides con el cromosoma “Y”, consiguiendo en este caso la selección del sexo; o, si lo que se persigue es el control de la reproducción, se indujera la muerte de todos los espermatozoides. Este tipo de manipulación permitiría la producción de individuos estériles, que sólo se podrían utilizar para la alimentación, sin temor a que se produjera una liberación accidental en el medio ambiente de animales transgénicos reproductivamente competentes.



- Modificación de las características de los tegumentos: piel, pelo y lana.

El control de la calidad, el color y el rendimiento del pelo y la lana también puede mejorarse con la manipulación genética del ganado. Otro enfoque interesante se ha realizado utilizando cabras transgénicas. Se ha conseguido producir la fibra con las que las arañas tejen sus telas en la leche de cabras transgénicas. Son innumerables las aplicaciones potenciales de estas fibras: dispositivos médicos, suturas quirúrgicas, chalecos antibalas, industria aeronáutica y automovilística, industria textil, etc.

Ventajas de los usos de OGM anteriormente mencionados

Hay múltiples razones que respaldan la necesidad de criar y producir OGM entre ellas podemos destacar:

1. Avanzar en el conocimiento y descifrar el código genético.
2. Estudiar el control genético de los procesos fisiológicos.
3. Construir modelos genéticos de enfermedades.
4. Mejorar la producción animal, enriqueciendo sus rasgos y consiguiendo nuevos productos. La mejora de los nutrientes de la leche con valor terapéutico puede tener un profundo impacto en la supervivencia y el crecimiento de los lactantes, tanto humanos como animales
5. Conseguir la síntesis de sustancias terapéuticas para el tratamiento de enfermedades de forma segura y más barata y por tanto más accesible a toda la población

Riesgos de la transgenia en animales:

- Xenotrasplantes.

Un peligro de los xenotrasplantes tiene que ver con la posibilidad de que estos animales modificados produzcan nuevas infecciones en seres humanos sobre todo víricas procedentes del animal donante

- Genes marcadores.

Los genes marcadores son relativamente seguros, aunque existe la posibilidad de que causen efectos no deseados en la especie hospedante, como por ejemplo los que proporcionan resistencia a determinados antibióticos, pueden contribuir a la generación de nuevos patógenos resistentes a éstos, o en el consumidor final, actuar como nuevos alérgenos. Debido a que estos genes marcadores no son esenciales para el producto en sí mismo, actualmente se buscan alternativas técnicas que permitan su eliminación una vez hayan dejado de ser necesarios en el proceso de generación de un animal transgénico.

- Potencialidad de creación de nuevos patógenos.

Pueden originarse virus muy patogénicos en un animal cuando existe la posibilidad de recombinación entre las secuencias del virus utilizado como vector y de virus endógenos

- Expresión ectópica de genes.

La existencia de expresión ectópica o la posibilidad de difusión de la proteína recombinante a otros tejidos deben ser consideradas, junto a la bioactividad, alergenicidad o toxicidad del compuesto expresado, en la evaluación sobre la seguridad de los productos alimentarios derivados de animales transgénicos.

- Impacto sobre el medio ambiente.

Éste estará directamente relacionado con la posibilidad de que los animales modificados o sus transgenes se dispersen por el ambiente. En este sentido presentan mayor riesgo ambiental los organismos acuáticos y los insectos debido a que su movilidad impone serios problemas de contención. La minimización del efecto sobre el ambiente requiere la aplicación de medidas de confinamiento para evitar o reducir el escape al medio de animales modificados y la aplicación de medidas de esterilización en los OGM

- Riesgos por ingestión.

Este riesgo sería mayor en aquellas personas que tuvieran lesiones en aparato digestivo que favoreciesen la absorción de las proteínas expresadas por OGM íntegras (que podrían ser tóxicas o alergénicas), sin ser descompuestos previamente. En personas sanas, este riesgo sería realmente bajo

### 3. Aplicaciones de las plantas modificadas genéticamente

#### En Biofarmacéutica

La expresión de proteínas terapéuticas y de vacunas de subunidad han sido un gran logro de las plantas transgénica en el campo de la medicina. Normalmente las vacunas y muchos fármacos son difíciles de producir y los costos al consumidor son tan elevados que se hacen inaccesibles a la mayoría de la gente. Es por ello que la producción de vacunas activas y anticuerpos funcionales en plantas representa una buena alternativa para difundir el uso de vacunas importantes (como la de la hepatitis B)

#### En Agricultura

- Resistencia a insectos.

La introducción de genes Bt en las plantas hace que éstas sean "naturalmente" resistentes a las principales plagas que atacan los cultivos y ocasionan grandes pérdidas en la producción. La ventaja de las proteínas tóxicas Bt (provenientes de los genes cry), es que atacan solamente a ciertos grupos sensibles a ellas y no afectan al resto de la fauna relacionada a las plantas del cultivo. Otros beneficios se derivarían de la disminución del uso de plaguicidas químicos al disponer de cultivos que no requieran estas sustancias para detener las plagas.

- Resistencia a herbicidas.

La construcción de plantas resistentes al efecto de los herbicidas, posibilita eliminar con facilidad las malezas que crecen en los campos de cultivo, sin dañar el campo de cultivo.

- Mejora de la productividad y producción.

Uno de los puntos más importantes en la construcción de transgénicos es el aumento de productividad y producción, es decir, el aumento de calidad y cantidad del producto final.

- Mejora de la calidad nutritiva.

Algunas plantas son ricas en ciertos nutrientes esenciales para el hombre, mientras que otras carecen de ellos o los poseen en muy bajas cantidades, es por ello que los métodos de ingeniería genética han conseguido incrementar la producción de ciertas sustancias en las plantas transgénicas. Uno de los ejemplos más representativos de ellos es el arroz dorado (golden rice, por su color) que es

rico en vitamina A, la cual ayuda a evitar la ceguera en medio millón de niños por año en el mundo. Los principales campos de acción de esta área son el aumento de ácidos grasos, de proteínas y de micronutrientes.

- Control de enfermedades virales.

Se han creado plantas transgénicas que son resistentes a enfermedades virales, las cuales son capaces de acabar con cultivos enteros mediante el contagio de los insectos. El principio de la resistencia a las enfermedades virales es la expresión de proteínas del mismo virus, que compitan con las partículas virales infecciosas e interrumpen los procesos de entrada a las células y de replicación. En este campo también se han hecho avances acerca de la resistencia a enfermedades bacterianas y virales, mediante plantas productoras de ciertas proteínas y sustancias que funcionan como antibióticos y antimicóticos.

- Tolerancia al estrés ambiental.

Hay cultivos cuyas condiciones ambientales son adversas, que provocan fuertes situaciones de estrés sobre las plantas disminuyendo su productividad o matándolas.

Para ello, se han aislado genes de organismos resistentes a determinadas condiciones ambientales extremas, como son las elevadas o bajas temperaturas, condiciones de salinidad extremas o de pH bajo 5 o sobre 9. Estos genes de resistencia a factores extremos normalmente se han tomado de arqueobacterias, que son los organismos mejor adaptados a estas circunstancias, aunque también se han tomado genes de animales y plantas para este efecto.

- Producción de frutos más resistentes.

Gracias a un gen artificial que genera un RNA de antisentido que inhibe la producción de la proteína responsable de la senescencia del fruto permite almacenar y tener más tiempo de exposición al ambiente de muchos frutos sin que se ablanden y se malogren. Un ejemplo es el tomate "Flavr-Savr" de Calgene, el cual fue el primer transgénico en salir al mercado.

- Producción de plantas biorreactoras.

La posibilidad de inserción de genes en plantas, es tan amplia, que permite actualmente, generar nuevas plantas que funcionen como biorreactores para descontaminación y reciclaje de productos.

- Mejora con fines ornamentales.

Algunas plantas de importancia ornamental han sido modificadas para mejorar sus características estéticas, en especial el color de las flores y de esta manera hacerlas más atractivas al consumidor, por medio de la manipulación de pigmentos se han logrado colores de flores inexistentes en la naturaleza.

Desventajas de las plantas transgénicas

- Los insecticidas Bt y similares.

La presencia de proteínas tóxicas de tipo Bt mata la población de plagas con cierta especificidad, el efecto tóxico de los cristales de estas proteínas puede afectar a otros grupos de insectos no relacionados con las plantas de cultivo. Las proteínas Cry de Bt se cristalizan en los granos de polen (aunque éste sea polen estéril) y son dispersadas por el viento y resultan tóxicas para otros insectos cercanos a las plantas.

- Producción de súper plagas.

Las plantas resistentes a herbicidas funcionan muy bien a corto plazo. Sin embargo a corto y medio plazo, el uso extensivo de agroquímicos que se da a estos cultivos puede ocasionar el surgimiento de súper plagas. Ya que las malezas se hacen resistentes a los herbicidas y ocasionará la utilización de mayores cantidades de agroquímicos, que tienen un fuerte impacto tóxico sobre los demás componentes del agroecosistema, y posteriormente se harán totalmente resistentes y no habrá manera de controlarlas y las pérdidas que ocasionarán serán muy grandes, así como los daños al ecosistema

- Inestabilidad genética.

La inserción de material genético extraño a un genoma consolidado por millones de años de evolución puede provocar numerosos problemas de estabilidad genética. El que se inserten genes que nunca habrían podido llegar de manera natural a un genoma vegetal (como genes de bacterias y virus) hace que se pierda parte de la estabilidad estructural y bioquímica del genoma de la planta, y éste, para recuperar dicha estabilidad, deberá modificarse hasta llegar a formas más estables por medio de mutaciones pequeñas y grandes, con efectos de diferente magnitud.

- Interacción ecológica negativa.

La adición de nuevas características a las plantas puede representar en algunos casos que se rompan asociaciones naturales con otras formas de vida (por ejemplo, los polinizadores), y que gracias a esto se cambien o rompan los ciclos normales de funcionamiento ecológico, afectando a todo el ecosistema. Se achaca a los transgénicos el riesgo de pérdida de la biodiversidad. Los nuevos productos de las plantas transgénicas pueden tener

efectos adversos al introducirse en las cadenas tróficas, se ha visto que ciertas sustancias de origen viral son capaces de dañar el sistema inmunológico de los mamíferos, y que muchas de las sustancias generadas en las plantas transgénicas son cancerígenas.

- Transferencia horizontal de genes.

Cabe la posibilidad de transferencia horizontal de genes provenientes de las plantas transgénicas. Los efectos que puedan tener estos genes en otras plantas, y peor aún, en otro tipo de organismos, son impredecibles. Recientemente los científicos han demostrado que las variedades transgénicas de maíz cultivadas en Estados Unidos, contaminaron variedades criollas esta planta en México.

- Toxicidad por la ingestión de transgénicos.

Aparición de alergias. El introducir genes extraños en las plantas que sirven de alimento, hace que en la comida cotidiana aparezcan sustancias que de otra manera nunca habrían entrado a la dieta humana, como por ejemplo proteínas bacterianas. Se ha visto que muchas de estas sustancias nuevas en las plantas transgénicas son potenciales alérgenos para los seres humanos. Aparición de nuevos tóxicos en los alimentos (debido a los cultivos Bt o a las proteínas que se utilizan como marcadores en los OMG).

Incremento de la contaminación en los alimentos por un mayor uso de productos químicos en la agricultura. Disminución en la capacidad de fertilidad. Según un estudio hecho público por el gobierno austriaco, la fertilidad de los ratones alimentados con maíz modificado genéticamente se vio

seriamente dañada, con una descendencia menor que los ratones alimentados con maíz convencional.

- Medio ambiente.

El problema clave de las investigaciones de los riesgos en el medio ambiente consiste en determinar de qué manera un transgénico puede modificar el equilibrio del ecosistema en el que se introduce y cuáles serían las consecuencias de tal modificación. Los experimentos llevados a cabo, por organismos oficiales europeos, para evaluar este riesgo han demostrado que no hay motivos de preocupación por falta de riesgo significativo. Estos organismos son, para muchos científicos una garantía de seguridad. Pero los movimientos ecologistas piensan lo contrario, porque el transgénico es un gen extraño al ecosistema y no ha sido sometido a presión selectiva del medio.

- Agricultores.

Las semillas obtenidas tras la cosecha no pueden ser sembradas por éstos tanto porque violaría los contratos que han firmado como porque las semillas híbridas pierden vigor y, en consecuencia, deben ser reemplazadas todos los años.

#### 4. Aplicaciones de los OGM en la producción de alimentos.

El uso de proteínas de origen transgénico con actividad enzimática también ha tenido un impacto importante en la producción de alimentos. Un ejemplo es la utilización de la quimosina recombinante en la producción de quesos. Otras enzimas de origen transgénico, como las amilasas, son utilizadas en la hidrólisis de almidón; las pectinasas para la clarificación de jugos; las glucosa-oxidasas y catalasas para la

deshidratación de huevo; las lipasas, para la maduración de quesos y la transformación de aceites; las glucosa-isomerasas para la producción de jarabes fructosados; las gluconasas, en producción de cerveza; las lactasas, para degradar la lactosa de la leche, entre otras.

#### 5. Aplicaciones de los OGM en biorremediación:

Denominamos biorremediación a cualquier proceso que utilice masas de bacterias, microorganismos, hongos, plantas o enzimas derivadas de ellos, para retornar un medio ambiente alterado por contaminantes en su condición natural, por lo general recuperación de suelo y/o agua. La biorremediación puede ser empleada para atacar contaminantes específicos del suelo, por ejemplo en la degradación [bacteriana](#) de compuestos organoclorados o de [hidrocarburos](#). Un ejemplo de un tratamiento es el de la limpieza de derrames de petróleo por medio de la adición de fertilizantes con [nitratos](#) o [sulfatos](#) para estimular la reproducción de bacterias nativas o exógenas (introducidas) y de esta forma facilitar la descomposición del petróleo crudo.

Se puede clasificar a la biorremediación como *in situ* o [ex situ](#):

La primera consiste en tratar el material contaminado en el lugar en que se encuentra sin trasladarlo a otra parte. (Operaciones de [compostaje](#), la ventilación biológica, la utilización de [biorreactores](#), la filtración por raíces o la estimulación biológica). En los procesos *ex situ* el material contaminado es trasladado a otro lugar para realizar o completar su descontaminación.

Pero sin embargo, no todos los contaminantes son fáciles de biorremediar por medio de microorganismos. Por ejemplo, los metales pesados como el [cadmio](#) y el [plomo](#) y el [mercurio](#), los hidrocarburos e incluso algunos residuos radiactivos, no son absorbidos o capturados por estos organismos. Pero gracias a las técnicas de ingeniería genética, se pueden modificar genéticamente algunas bacterias para que no solo sean capaces de eliminar con mayor eficacia la contaminación orgánica, sino también la de metales pesados, hidrocarburos y residuos radioactivos. También se puede usar la remediación por medio de plantas o fitorremediación. Es muy útil en estos casos porque es posible usar plantas transgénicas que concentren estas toxinas en sus partes aéreas (sobre la tierra), las cuales pueden ser cosechadas y eliminadas. Los metales pesados obtenidos de esta cosecha pueden ser concentrados aún más por incineración para ser desechados o bien reciclados para usos industriales.

Es precisamente en estos casos específicos, donde podemos encontrar la presencia de los avances en ingeniería mecánica y el desarrollo de los organismos transgénicos. Y la biorremediación hace uso de esta nueva tecnología para resolver varios problemas de contaminación. Por ejemplo, se puede utilizar material genético de bacterias resistentes a metales para insertarlo en el genoma de una planta que, entonces, adquiriría esta nueva característica.

Un grupo de investigación utilizó un gen llamado merA, que codifica para la enzima reductasa del ión mercúrico, altamente tóxico, que cataliza su reducción hasta la forma volátil y poco

tóxica de mercurio elemental, gaseoso en condiciones de temperatura no muy elevadas. Estos investigadores, consiguieron la transferencia del gen bacteriano merA a cultivos de Liriodendro tulipifera (álamo amarillo). El gen se expresó adecuadamente en ese material vegetal, de modo que las plántulas regeneradas germinaron y crecieron vigorosamente en los medios de cultivo, que contenían niveles de iones mercurio que son normalmente tóxicos, siendo capaces de captarlo en su forma iónica y de reducirlo en el interior de la planta, tras lo cual era liberado en la forma gaseosa no tóxica. Este tipo de investigaciones han abierto el camino para que en el futuro sea posible realizar plantaciones arbóreas transgénicas que, mediante este proceso de fitovolatilización u otros parecidos, sean capaces de descontaminar terrenos con altos niveles de contaminantes.

Cabe destacar los desarrollos que se están llevando a cabo para procesos de fitorremediación:

- ➔ Fitovolatilización de mercurio (Hg) por medio de plantas transgénicas transformadas con dos genes provenientes de microorganismos que pueden transformar el mercurio iónico en mercurio más estable.
- ➔ Plantas transgénicas de tabaco con genes provenientes de bacterias que le permiten detoxificar TNT y GTN en suelos de campos minados.
- ➔ Plantas transgénicas que toleran la acumulación de cadmio, arsénico y mercurio.
- ➔ Bacterias Pseudomonas transgénicas que son capaces de degradar compuestos tóxicos que contienen cloro en compuestos menos nocivos.

- ➔ Microorganismos capaces de degradar TNT, un explosivo de gran potencia y muy agresivo para el entorno.
- ➔ Bacterias capaces de reducir las formas altamente tóxicas de mercurio en otras menos tóxicas y volátiles.
- ➔ La utilización de una bacteria para eliminación de elementos radiactivos presentes en el suelo y aguas subterráneas. Este microorganismo es un extremófilo que resiste condiciones extremas de radiación, sequedad, agentes oxidantes y diversos compuestos mutagénicos.
- ➔ Cianobacterias a las que se le han introducido genes de otras bacterias con capacidad de degradar diferentes hidrocarburos o pesticidas.

Así con todos estos avances, más los que se irán descubriendo conforme avance la ciencia en este campo, podremos obtener gracias a estos organismos transgénicos, medios libres de contaminación, la cual se hace muy presente en nuestra sociedad.

#### •Miorremediación.

También es importante destacar la micorremediación, la cual consiste mediante la acción de hongos se descontaminan suelos, se refiere principalmente al uso de [micelios](#). Éstos segregan enzimas extracelulares y ácidos que sirven para degradar la [lignina](#) y la [celulosa](#), los dos componentes principales de la pared celular de las células de plantas. Lo fundamental en la micorremediación es identificar la cepa de hongos más apropiada para tratar cada tipo específico de contaminante.

#### Desventajas:

Pese a que este campo de actuación sería muy bueno para una sociedad contaminada como la nuestra, los ensayos con éste están muy controlados debido al riesgo que supone, que estos microorganismos quedaran sueltos en el medio, sin ningún tipo de control.

Se piensa que cepas modificadas genéticamente y que sean liberadas en el medio podrían difundirse a otros lugares no contaminados o bien una vez hubieran hecho su faena descontaminadora degradando todo el contaminante, estas persistirían allí, aumentando el riesgo de transferencia genética horizontal (pasándoles los genes a otras especies). Pero no se ha probado este tipo de transferencia en casos de plantas transgénicas y, por otro, los microorganismos transgénicos se diseñan con controles para prevenir esta posibilidad. Por ejemplo, utilizando una cepa suicida modificada genéticamente, que actuaría matándose a si misma en el momento en que el contaminante hubiese desaparecido

#### Ventajas:

En el caso que la contaminación esté en lugares inaccesibles se puede realizar sin necesidad de cavar. Por ejemplo en el caso de derrames de petróleo que hayan penetrado en el suelo y amenacen contaminar a la capa de agua. Esto resulta mucho menos costoso que el proceso de excavación e incineración que sería la otra alternativa.

En cuanto a los OGM suponen una ventaja en las técnicas de biorremediación ya que gracias a ellos se han podido eliminar sustancias contaminantes que no eran capaces de

eliminar los microorganismos y plantas sin modificar genéticamente.

#### Supervisión

La eliminación de una gran variedad de contaminantes del medio ambiente requiere un conocimiento creciente de la relativa importancia de sus ciclos químicos y redes de regulación del [ciclo del carbono](#) en diversos ambientes y para cada compuesto en particular.

El proceso de biorremediación puede ser supervisado usando métodos como la medición del potencial de [reducción-oxidación](#) (también llamado redox) en el suelo o el agua junto con la medición del [pH](#), temperatura, contenido de [oxígeno](#), concentraciones de productos de degradación (como el [anhídrido carbónico](#))

#### **IV. Fase de tratamiento y análisis de datos, obtención de resultados (contraste de hipótesis) y elaboración de conclusiones.**

##### OBJETIVOS CUMPLIDOS.

Tras la realización del trabajo anterior hemos logrado cumplir con todos los objetivos de la investigación que nos habíamos planteado.

Por un lado sabemos ahora que los OGM son aquellos a los que se ha insertado un gen, conocido como transgén, procedente de otro organismo, y esto generalmente va a dar lugar a una expresión en su fenotipo de una característica que antes no tenían. Estos organismos pueden ser virus, bacterias, levaduras, plantas y animales.

Sabemos también que se han conseguido gracias a los avances en Biotecnología con el descubrimiento de las técnicas del DNA recombinante; técnicas que son posibles gracias a los conocimientos bioquímicos sobre la estructura del ADN, y sobre el funcionamiento de determinadas enzimas como las enzimas de restricción y las ADN ligasas

Hemos descubierto que han supuesto un gran avance en muchos campos:

-En biofarmacéutica, con la consecución de vacunas y proteínas terapéuticas de forma purificada, a gran escala y baratas.

-En ciencias básicas, con la posibilidad de estudiar genes concretos

-En biomedicina, con el desarrollo de modelos animales para el estudio de enfermedades humanas, la utilización de animales modificados genéticamente como donantes de órganos para humanos: xenotrasplantes y la utilización de animales transgénicos en terapia génica

-En toxicología, con la utilización de Animales modificados genéticamente para funcionar como biosensores de la contaminación ambiental

-En zootecnia, con la posibilidad de conseguir cambios en la composición de la leche, modificación de los índices de crecimiento, animales resistentes a enfermedades, mejora de los rendimientos reproductivos y de la fecundidad, modificación de las características de los tegumentos: piel, pelo y lana

-En la producción de alimentos

-En agricultura, pudiendo conseguir cultivos: resistentes a insectos, herbicidas, enfermedades virales, con



mejor productividad, mejor calidad nutritiva, con tolerancia al estrés ambiental, con producción de frutos más resistentes..

-En biorremediación, con la posibilidad de eliminar sustancias contaminantes con OGM

Sin embargo, por otro lado, también hemos descubierto que los OGM pueden tener desventajas, ya que quizás no se estén estudiando todo lo que se debiera los efectos dañinos que pueden ocasionar, así hemos visto que se les achaca que:

-Los OGM podrían ser capaces de modificar el ADN humano, aunque todavía se desconoce en qué sentido.

-Los alimentos genéticamente modificados podrían provocar la aparición de alergias o la resistencia a los antibióticos, así como ser tóxicos o producir alteraciones endocrinas en quién los consumen

-La introducción de OGM podría alterar el equilibrio de los ecosistemas

-Los OGM podrían transferir su ADN a las especies que estén en contacto con ellos. Esto podría dar lugar a plantas resistentes a herbicidas entre otras cosas y a la contaminación genética de cultivos no transgénicos

-Los xenotranplantes de órganos procedentes de transgénicos podrían ocasionar nuevas infecciones en seres humanos sobre todo víricas procedentes del animal donante

-Podría ocurrir una expresión ectópica de genes con el riesgo de toxicidad o alergenidad del compuesto expresado.

-Las semillas obtenidas tras la cosecha de transgénicos no pueden volver a sembrarse por los agricultores.

#### VERIFICACIÓN O FALSACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE TRABAJO.

Nuestra hipótesis de trabajo era:

“LOS ORGANISMOS MODIFICADOS GENÉTICAMENTE (OMG) NO SIEMPRE SON BENEFICIOSOS”.

No podemos ni verificar ni falsar la hipótesis de trabajo ya que por un lado, no hemos encontrado muchos estudios experimentales que demuestren la nocividad de los OMG y sí estudios que defienden su inocuidad. En el artículo de revisión “Assessment of the health impact of GM plant diets in long-term and multigenerational animal feeding trials: a literature review”, en el que se examinaron 12 estudios a largo plazo (de más de 90 días, hasta 2 años de duración) y 12 estudios multigeneracionales (de 2 a 5 generaciones), sobre los efectos de las dietas de transgénicos en diversos animales, se llega a la conclusión de que los transgénicos son nutricionalmente equivalentes a los no transgénicos y que se pueden utilizar con seguridad en la alimentación. También en otro artículo de revisión sobre la dispersión de los transgenes de maíz modificado “Literature review of the dispersal of transgenes from genetically modified maize” se afirma que esta dispersión puede ser evitada siempre y cuando se tomen las medidas adecuadas. Pero por otro lado tampoco hemos encontrado estudios que evalúen, los posibles efectos nocivos a largo plazo de estos OMG, ni sobre el medio ambiente ni sobre el organismo humano, como se afirma en el artículo “State-of-the-science on the health risks of GM foods” <http://www.responsibletechnology.org/>

[docs/145.pdf](#), donde también se critica la falta de un análisis adecuado de los nuevos alimentos transgénicos antes de salir al mercado para su consumo.

#### CONCLUSIONES.

Los OGM han supuesto un gran avance en múltiples campos y son todavía fuente de nuevas aplicaciones.

Los OGM pueden presentar problemas y ocasionar daños si no se utilizan de forma adecuada y controlada.

No existen estudios suficientes sobre los posibles efectos secundarios a medio y largo plazo, por lo que se debería investigar más en este aspecto.

#### OPINIÓN PERSONAL.

Pensamos que los transgénicos deben seguir siendo utilizados, puesto que aportan muchos beneficios a la humanidad, pero que previamente habría que realizar siempre una valoración detallada de la relación beneficios/riesgos, caso por caso, valoración que debe asumir la imposibilidad de establecer a priori todos los riesgos potenciales de un proceso de transgenia, especialmente los que pueden tener un efecto sobre el medio ambiente o sobre la salud de los seres humanos a medio y largo plazo.

#### V. Referencias bibliográficas y páginas Web consultadas más importantes

---

[http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/aragon/transgenicos-beneficiosos-perjudiciales\\_895960.html](http://www.elperiodicodearagon.com/noticias/aragon/transgenicos-beneficiosos-perjudiciales_895960.html)

<http://www.arrakis.es/~ibrabida/vigcor te.html>

<http://www.colvema.org/pdf/6473geneticaii.pdf>

<http://dolores.cmayans.org/Materiales/2%BA%20Bach/Tema%206.pdf>

[http://www.ehu.es/p055-9732/es/contenidos/informacion/vri\\_ceiab/es\\_vri\\_etiic/adjuntos/A\\_aguirre\\_animales\\_transgenicos.pdf](http://www.ehu.es/p055-9732/es/contenidos/informacion/vri_ceiab/es_vri_etiic/adjuntos/A_aguirre_animales_transgenicos.pdf)

<http://www.jornada.unam.mx/2012/09/20/ciencias/a02n1cie>

<http://univex.ugr.es/pages/ciencia/divulgacion-cientifica/curso20112012/transgenicos>

<http://www.seescyt.gov.do/CyT/documentos%20de%20congresos/IIIcongreso2007/BiotecnologiaYBiorremediacion.pdf>

<http://www.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en/Transgenicos/>

<http://www.responsibletechnology.org/docs/145.pdf>

Libro de BIOLOGÍA. Editorial Bruño 2º de bachillerato

-Chelsea Snell et al, "Assessment of the health impact of GM plant diets in long-term and multigenerational animal feeding trials: a literature review", Food Chem Toxicol. 2012 Mar; 50(3-4):1134-48. doi: 10.1016/j.fct.2011.11.048. Epub 2011 Dec 3

-A. Ricroch, J.B. Bergé y A. Messéan, "Literature review of the dispersal of transgenes from genetically modified maize", R Biol. 2009 Oct; 332(10): 861-75. doi: 10.1016/j.crvi.2009.07.001. Epub 2009 Aug 18.

# Química de los alimentos

*Francisco Benito, Esther García, Nieves Gómez, Lucía Luengo, y Antonio Polo*

*Profesora María Vega Garrido*

I.E.S. Vía de la Plata, Guijuelo (Salamanca)

El trabajo que presentamos ha consistido fundamentalmente en realizar el análisis bioquímico de distintos alimentos con la finalidad de reconocer los tipos de moléculas que integran la materia orgánica y aprender las técnicas básicas de análisis químico que se utilizan en bioquímica. El trabajo se ha dividido en varias partes, la primera la demostración de algunas propiedades en las que se basan las técnicas empleadas para aislar los nutrientes. En ella se muestra la solubilidad de las grasas en disolventes orgánicos y la coagulación de las proteínas por acidificación. Utilizaremos estas técnicas para la separación de la caseína de la leche y las grasas. En una segunda fase se realiza el análisis de glúcidos y sales minerales (calcio y cloruros) en la leche y otros alimentos (bebidas isotónicas, barritas energéticas, etc). Otra experiencia ha consistido en demostrar la existencia de almidón en distintos tipos de alimentos, tanto de origen animal como vegetal. El último grupo de experiencias ha consistido en identificar la existencia de proteínas en diversos tipos de alimentos.

---

## **Diseño de la investigación: Metodología**

Hemos planteado el trabajo como una sucesión de experiencias, cada una con un título y unos objetivos. En cada una de ellas los alumnos han seguido los siguientes pasos:

1º FASE: Búsqueda de información sobre la composición de distintos alimentos y métodos de análisis para poner de

manifiesto la existencia en ello de los distintos tipos de nutrientes.

Elaboración de carteles explicativos para mostrar a otros grupos de alumnos en el centro.

2º FASE: Realización de análisis de componentes en los alimentos: Se han puesto en práctica las técnicas clásicas de detección de principios inmediatos:

- Glúcidos: Método de Fehling, reacción de Tollens, Benedict, lugol.
- Proteínas: Reacción del biuret, y xantoproteica.

- Grasas: Disolución en éter, tinción con Sudán III.
- Reconocimiento de sales inorgánicas (cloruros y Ca)

3ª FASE: Realización del pertinente informe científico sobre los métodos empleados y los datos obtenidos.

### Química de los alimentos

La Bioquímica es una ciencia en auge, cada vez más importante debido a que el conocimiento de la composición química de la materia viva es imprescindible para comprender la estructura y el funcionamiento de los seres vivos. La Bioquímica es la base imprescindible para disciplinas como Medicina, Farmacia, Biotecnología, Ciencias del medioambiente y es de obligada aplicación en muchos procesos de la industria moderna. Por esta razón nos hemos planteado iniciar a nuestros alumnos en el conocimiento de los componentes básicos de la materia orgánica y técnicas elementales de análisis bioquímico, así como despertar su interés por esta parte importantísima de la Química y sus aplicaciones. El trabajo se ha realizado a lo largo de un curso completo como complemento a los temas de composición de la materia viva presentes en el curriculum del primer curso de bachillerato.

#### I.- INTRODUCCIÓN

Composición de los alimentos y su función en el organismo

Los nutrientes son los componentes básicos de los alimentos que pueden ser utilizados por nuestro organismo para obtener la materia necesaria para construir, reparar y mantener las células (anabolismo) y para producir la energía necesaria (catabolismo) para realizar

todas las funciones vitales (circulación sanguínea, movimiento, respiración, mantenimiento de la temperatura corporal, reacciones químicas de síntesis de materia para las células, etc).

La nutrición correcta de nuestro organismo dependerá de que sepamos elegir los alimentos que contienen todos los nutrientes que necesitamos, y de variar nuestra dieta en función de nuestras necesidades energéticas y de síntesis de materia orgánica nueva.

Los nutrientes son de varios tipos y cada uno de ellos ejerce unas funciones en nuestro organismo:

- Agua: Es fundamental para el mantenimiento de la vida, representa el 60% del total del peso de un adulto. Se pierde continuamente mediante el sudor y la orina y debe ser repuesta de forma inmediata. Es necesaria para todas las reacciones químicas que ocurren de continuo en las células, transporta sustancias y regula el calor del organismo. De su evaporación en forma de sudor depende la refrigeración adecuada del organismo.
- Hidratos de carbono o glúcidos: Son las sustancias energéticas más rápidamente utilizables, son la principal fuente de energía que utiliza nuestro cuerpo; esta energía se libera cuando los glúcidos se oxidan en los orgánulos celulares llamados mitocondrias. Para ello deben ser digeridos y repartidos a las células por el sistema circulatorio.

Podemos distinguir dos tipos de glúcidos en relación a su función energética:

- a) Glúcidos que se digieren con rapidez y, por tanto, pueden liberar su

energía en corto plazo de tiempo. Son los de molécula más sencilla y que, por tener sabor dulce, se denominan azúcares (glucosa, fructosa, sacarosa o azúcar de mesa, lactosa o azúcar de la leche). Se encuentran en las frutas, miel, dulces elaborados...

- b) Glúcidos de digestión lenta, formados por grandes moléculas (polisacáridos) que requieren un largo proceso de digestión antes de pasar a la sangre, por lo que liberan energía de forma lenta y progresiva. El principal de ellos desde el punto de vista nutritivo es el almidón que se encuentra en semillas de leguminosas (alubias, garbanzos, lentejas...), tubérculos (patata), cereales y sus derivados (pan, pastas)

Es la principal fuente de glúcidos en la alimentación humana. Proporciona el 70-80% de las calorías consumidas por los humanos de todo el mundo. Tanto el almidón como los productos de la hidrólisis del almidón constituyen la mayor parte de los carbohidratos digeribles de la dieta habitual.

Los glúcidos no pueden almacenarse en grandes cantidades en el organismo, por lo que deben ingerirse a diario.

- Proteínas: Aunque hay proteínas con funciones muy variadas (defensa, regulación, contracción muscular, transporte de oxígeno...) podemos decir que son los materiales fundamentales para la construcción, reparación y mantenimiento de las células, por lo que su función se considera eminentemente estructural.

Son alimentos proteicos la carne magra, pescado, huevos y leche.

- Sales minerales: Se necesitan en pequeña cantidad pero son imprescindibles en el organismo. Tienen numerosas funciones: Dar dureza y consistencia a las partes esqueléticas (calcio), regular el grado de acidez de los líquidos corporales, controlar la entrada y salida de agua en las células, controlar el funcionamiento correcto de músculos y nervios (calcio, sodio, cloro, potasio...)
- Vitaminas: Regulan los procesos metabólicos. No podemos sintetizarlas, es imprescindible que se encuentren en la dieta.

Un grupo de alumnos matriculados en la asignatura de Biología y Geología se han encargado de un grupo de experiencias todas ellas relacionadas con la alimentación y los nutrientes en general, con el propósito de mostrar la existencia de estos nutrientes en algunos alimentos básicos.

El trabajo se ha dividido en varias partes:

- a) Demostración de algunas propiedades en las que se basan las técnicas empleadas para aislar los nutrientes. En ella se muestra la solubilidad de las grasas en disolventes orgánicos y la coagulación de las proteínas por acidificación.

Utilizaremos estas técnicas para la separación de la caseína de la leche y las grasas.

- b) En una segunda fase se realiza el análisis de glúcidos y sales minerales (calcio y cloruros) en la leche y otros alimentos. (bebidas isotónicas, barritas energéticas, etc)
- c) Otra experiencia ha consistido en demostrar la existencia de almidón en distintos tipos de alimentos, tanto de origen animal como vegetal.
- d) El último grupo de experiencias ha consistido en identificar la existencia de proteínas en diversos tipos de alimentos.

## II.- DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN: METODOLOGÍA.

Hemos planteado el trabajo como una sucesión de experiencias, cada una con un título y unos objetivos. En cada una de ellas se han seguido los siguientes pasos:

1º FASE - Búsqueda de información sobre la composición de distintos alimentos y métodos de análisis para poner de manifiesto la existencia en ellos de los distintos tipos de nutrientes. Elaboración de carteles explicativos para mostrar a otros grupos de alumnos en el centro.

2º FASE - Realización de análisis de componentes en los alimentos: Se han puesto en práctica las técnicas clásicas de detección de principios inmediatos:

- Glúcidos: Método de Fehling, reacción de Tollens, Benedict, lugol.
- Proteínas: Reacción del biuret, y xantoproteica.
- Grasas: Disolución en éter, tinción con Sudán III.
- Reconocimiento de sales inorgánicas (cloruros y Ca)

3ª FASE - Realización del pertinente informe científico sobre los métodos empleados y los datos obtenidos.

Adjuntamos, pues, los informes elaborados para cada una de las experiencias individuales realizadas.

Todos los participantes en el grupo hemos realizado todas las experiencias y cada uno elaboró su informe, los que adjuntamos han sido elaborados conjuntamente, tras una fase de puesta en común de todos los informes.

### **Comprobación de las propiedades de los lípidos.**

Introducción:

Los lípidos son un conjunto de moléculas orgánicas, la mayoría son biomoléculas compuestas principalmente por carbono e hidrógeno y en menor medida oxígeno, aunque también pueden contener fósforo, azufre y nitrógeno, tienen como característica principal el ser insolubles en agua (La reacción que tienen los lípidos al mezclarlos y agitarlos en una disolución de agua es la aparición de una emulsión, una suspensión de minúsculas gotitas de lípido en el agua que le dan aspecto lechoso)\* y sí en solventes orgánicos como la bencina, el benceno, el éter y el cloroformo. Tienen menos densidad que el agua. A los lípidos se les llama incorrectamente grasas, ya que las grasas son un tipo de lípidos, pero no el único. Los lípidos cumplen funciones diversas en los organismos vivos, entre ellas la de reserva energética, la estructural y la reguladora (esteroides).

Los Lípidos también funcionan para el desarrollo del cerebro, el metabolismo y el crecimiento.

\*Emulsión: una suspensión de minúsculas gotitas de lípido en el agua que le da un aspecto lechoso.

Tipos de lípidos:

Grasas:

-Origen animal: Son sólidas a temperatura ambiente, se denominan sebos o mantecas. El consumo excesivo de estas grasas produce colesterol en sangre, que si está en cantidades excesiva provoca trastornos circulatorios. En cantidad moderada es necesario para el organismo.

-Origen vegetal: Las grasas de origen vegetal son líquidas a temperatura ambiente, se llaman aceites y, en general, no producen colesterol.

Fosfolípidos: Lípidos con fósforo. Forman parte de las membranas de todas las células.

Ceras: Tienen función impermeable. Cubren las plumas de aves acuáticas y las hojas de vegetales adaptados a climas secos para reducir la transpiración.

En nuestro experimento vamos a intentar demostrar una propiedad fundamental y común a todos los lípidos: su solubilidad en disolventes orgánicos (como el éter), y su insolubilidad en el agua, que provoca, al mezclarlos y agitarlos, la aparición de una emulsión, una suspensión de minúsculas gotitas de lípido en el agua que le dan un aspecto lechoso.

Material y métodos:

Material:

- Aceite.
- Agua
- Éter.

- Pipeta.
- Gradilla para tubos de ensayo.
- Dos tubos de ensayo.
- Pinzas

Métodos:

En primer lugar hemos colocado en un tubo de ensayo 3 centímetros cúbicos de agua y en otro 3 centímetros cúbicos de éter. A cada uno de éstos le hemos añadido un centímetro cúbico de aceite que ha sido medida con la pipeta anteriormente, hemos tapado cada uno de los tubos con un plástico para que no tengamos contacto con el líquido al agitarlo. Hecho eso agitamos fuertemente los dos tubos de ensayo para mezclarlo. Y para finalizar sólo tuvimos que colocarlos en la gradilla y esperar unos minutos para poder ver lo que ocurre.

Resultados:

Los resultados obtenidos en esta práctica son los siguientes:

- a.) En el tubo de ensayo que había agua y aceite al moverlo se produce una suspensión de minúsculas gotitas de lípido en el agua, que le dan un aspecto lechoso (emulsión). Al dejarlo reposar unos minutos el aceite se empezaba a separar del agua.
- b.) En el tubo de ensayo con éter se ha disuelto el aceite y al dejarlo unos minutos reposar, el aceite seguía disuelto. El estado de la disolución es claro y transparente, las dos sustancias se han mezclado y presentan un tono amarillo por el aceite formando una disolución homogénea.

**Conclusión:**

El aceite del tubo de ensayo con agua no se ha disuelto. Se ha producido la emulsión, una suspensión de minúsculas gotitas de lípido en el agua que le da un aspecto lechoso.

Al dejarlo reposar se ha separado el agua del aceite, formando éste último una capa sobre el agua. Esto es debido a:

- El aceite no es soluble en el agua, ya que ningún lípido se disuelve en agua.
- Tiene más densidad el agua que el aceite.

El aceite del tubo de ensayo con éter se ha disuelto, ya que este es un disolvente orgánico y los lípidos si se disuelven en disolventes orgánicos.

Al dejarlo reposar unos minutos el aceite seguía disuelto y no se han separado.

**Bibliografía:**

- Apuntes de la hoja que nos ha dado la profesora: "Identificación de biomoléculas orgánicas."
- Apuntes tomados en clase.
- [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)

***Exploración experimental y características que permiten identificar los glúcidos***

Para averiguar si un material biológico dado contiene hidratos de carbono, lípidos o proteínas se utilizan reacciones químicas basadas en las propiedades de cada uno de estos tipos de nutrientes. En esta práctica vamos a trabajar con los glúcidos.

**Introducción:**

Los glúcidos son compuestos orgánicos formados por C, H y O a los que se les denomina también hidratos de carbono, porque el hidrógeno está en proporción doble que el C y O.

Los más sencillos se llaman monosacáridos y son polialcoholes con una función aldehído o cetona.

Los más abundantes son los de 3, 5 y 6 átomos de Carbono. Son dulces, solubles y cristalizables por lo que se suelen llamar azúcares. Son reductores, es decir toman oxígeno de otro compuesto al que reducen.

**Principales monosacáridos:**

- Glucosa: Principal combustible de las células. Su molécula tiene seis átomos de C. se encuentra en la miel.
- Fructosa: Tiene 6 átomos de C. Se encuentra en las frutas.
- Ribosa: Tiene 5 átomos de C. Se encuentra en el ácido ribonucleico (ADN).
- Desoxirribosa: Tiene cinco átomos de C. Se encuentra en el ADN.
- Galactosa: Forma parte de la lactosa, azúcar de la leche.

Disacáridos: están formados por la unión de dos moléculas de monosacáridos. Son solubles, dulces y reductores, excepto la sacarosa.

**Principales disacáridos:**

- Sacarosa: Es el azúcar de caña y de remolacha. No es reductora.
- Lactosa: Azúcar de la leche.
- Maltosa: Forma parte de los cereales.



Monosacáridos y disacáridos pueden ser llamados azúcares porque tienen sabor dulce. A efectos nutricionales tienen en común proporcionar energía de manera rápida porque no necesitan un proceso largo de digestión.

Polisacáridos: Son largas moléculas formadas por la unión de multitud de monosacáridos. Su digestión es lenta, por lo que producen energía a largo plazo. El más importante desde el punto de vista alimenticio es el almidón.

En esta práctica vamos a poner de manifiesto la existencia de glúcidos simples o azúcares (mono y disacáridos), utilizando para ello su capacidad de ser reductores, es decir, que se oxidan tomando el oxígeno de otra molécula con la que entran en contacto, y esta otra queda reducida.

Material y métodos:

Reconocimiento de los glúcidos:

- Reacción de Fehling: El reactivo de Fehling consiste en una mezcla de dos reactivos: el Fehling A (sulfato cúprico), de color azul, y el de Fehling B (tartrato sódico-potásico), incoloro. Esta mezcla se prepara antes de su uso, ya que se estropea con el tiempo.

El grupo aldehído de las aldosas y el cetónico de las cetosas da a los monosacáridos su carácter reductor. Este grupo se oxida a ácido y reduce el sulfato de cobre (II), de color azul, a óxido de cobre (II) de color rojo-anaranjado. El reactivo de Fehling contiene sal cúprica, de color azul, que en contacto con un monosacárido se reduce a óxido rojo-anaranjado.

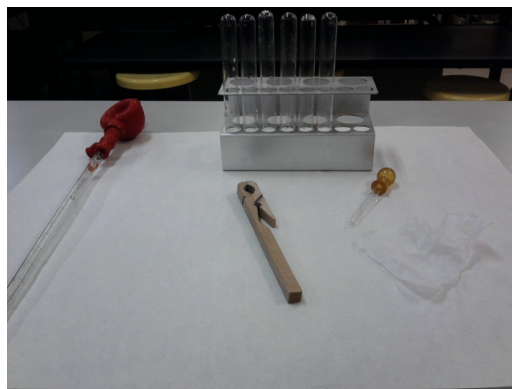
- Otra forma de poner de manifiesto esta propiedad es la reacción de Tollens: este reactivo contiene

nitrito de plata con unas gotas de amoníaco. Si todo sale en perfectas condiciones daría lugar a un espejo sobre las paredes del tubo de ensayo, ya que al reducirse el nitrito de plata ésta se libera y se deposita sobre el tubo.

- Disacáridos: con excepción de la sacarosa los principales disacáridos son reductores. La sacarosa dará negativa la reacción de Fehling, ya que sus dos carbonos anoméricos están implicados en el enlace y no es reductora.

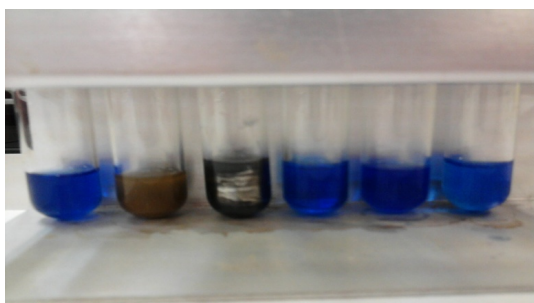
Material:

- 6 Tubos de ensayo.
- Varillas de vidrio.
- Pipeta.
- Cuenta gotas.
- Baño María.
- Reactivo de Fehling A y Fehling B.
- Nitrito de plata 0,01N
- Amoníaco.
- Agua destilada.
- Glucosa.
- Fructosa.
- Sacarosa.



#### Métodos:

- Preparamos seis tubos de ensayos, numerados del 1 al 6.
  - Tubo número 1: Echamos 1 ml de reactivo de Fehling y 1ml de glucosa.
  - Tubo número 2: Echamos 1 ml de reactivo de Fehling y 1ml de fructosa.
  - Tubo número 3: Echamos 1ml de solución de nitrato de plata, unas gotas de amoníaco y 1ml de glucosa.
  - Tubo número 4: Echamos 1 ml de reactivo de Fehling y 1ml de sacarosa.
  - Tubo número 5: Echamos 1 ml de reactivo de Fehling y 1ml de lactosa.
  - Tubo número 6 (control): Echamos 1 ml de reactivo de Fehling y agua.
- Se ponen los cuatro tubos al baño María hasta que se observan cambios de color.



#### Resultados:

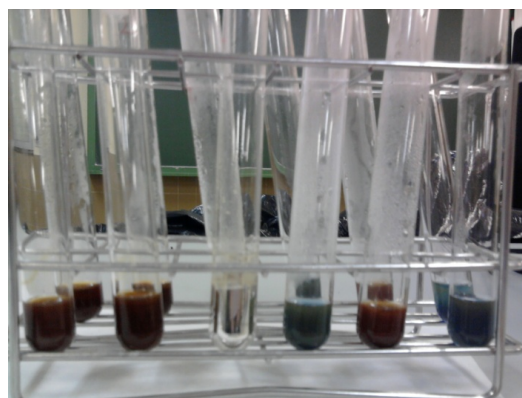
Los resultados obtenidos en la práctica han sido los siguientes:

En los tubos 1,2 y 5 aparece un color rojo por la aparición de óxido de cobre ( $\text{OCu}_2$ ) en el reactivo de Fehling. Esto demuestra el carácter reductor de los monosacáridos. En cambio en los tubos 4 y 6 no ha habido un cambio de color ya que la sacarosa no es un disacárido reductor y el agua tampoco es reductora.

En el tubo 3 ha aparecido un espejo de plata en las paredes formado por la plata libre como bien he explicado en la introducción lo causa la reacción de Tollens.

#### Conclusión:

La glucosa, la fructosa y la lactosa son reductores en cambio la sacarosa no lo es, ya que no da lugar a un cambio de color como en los otros. Los reductores dan un cambio de azul a anaranjado, son positivos. Los no reductores se quedan con el color azul tal y como empezaron.



#### Bibliografía:

- Apuntes proporcionados por la profesora de Biología: "Exploración experimental y características que permiten identificar las biomoléculas"
- Apuntes tomados en clase.

**Presencia de almidón en los alimentos**

## Introducción:

El almidón es un glúcido, perteneciente al grupo de polisacáridos, no es dulce, ni soluble en agua. Está formado por moléculas muy grandes (macromoléculas) polímeras, formadas por muchos monómeros de glucosa.

Es un material de reserva en los vegetales. Se encuentra en semillas de leguminosas (alubias, garbanzos, lentejas...), tubérculos (patata), cereales...

Es la principal fuente de glúcidos en la alimentación humana. Proporciona el 70-80% de las calorías consumidas por los humanos de todo el mundo. Tanto el almidón como los productos de la hidrólisis del almidón constituyen la mayor parte de los carbohidratos digeribles de la dieta habitual. Del mismo modo, es alta la cantidad de almidón utilizado en la preparación de productos alimenticios, sin contar el que se encuentra presente en las harinas usadas para hacer pan y otros productos de panadería. Los almidones comerciales se obtienen de las semillas de cereales, particularmente de maíz, trigo, varios tipos de arroz, y de algunas raíces y tubérculos, particularmente de patata, batata y mandioca. Los almidones modificados tienen un número enorme de posibles aplicaciones en los alimentos, que incluyen las siguientes: adhesivo, ligante, enturbiantes, estabilizantes y espesantes.

En esta práctica vamos a tratar de comprobar la presencia de almidón en algunos alimentos.

## Material y métodos:

## Material:

-Lugol: color marrón. Se desnaturaliza con la luz. El lugol es una disolución de yodo y yoduro potásico, en su presencia, los polisacáridos como el almidón se tiñen de azul oscuro o negro debido a que el yodo se introduce entre las moléculas del almidón, no ocurre por tanto una reacción química.

-Pan

-Manzana.

-Pimiento.

-Queso natural.

-Queso fundido.

-Arroz.

-Plátano.

-Puerro.

-Zanahoria.

-Pescado.

-Macarrones.

-Mortadela.

-Jamón de York

## Métodos:

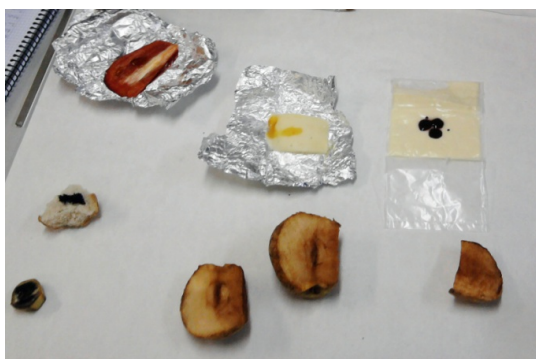
Vamos a echar Lugol sobre los alimentos, el lugol es de color marrón, si el alimento tiene almidón, al contacto con él cambia a azul oscuro o casi negro, si no tiene almidón no cambia de color.

Primero para comprobar que el colorante funciona se echa sobre almidón puro, después se cortan los alimentos que se va a comprobar si tienen almidón, se coge con un cuentagotas unas gotas de lugol y se echan sobre el alimento, esperamos unos segundos y comprobamos mediante el cambio de color si tiene almidón o no (si se pone de

color negro tiene mucho almidón, si se pone oscuro un poco y si no cambia de color no tiene nada de almidón).

Resultados:

Comprobamos que el colorante está en buenas condiciones echando lugol sobre almidón puro.



El almidón puro donde hemos comprobado si funcionaba el lugol se ha puesto completamente negro nada más rozarlo.

EL pan se pone igual de oscuro que el almidón puro ya que está hecho con harina de trigo y este al ser un cereal contiene gran cantidad de almidón.

La manzana cambia un poco de color, apareciendo puntitos oscuros, debido a que tiene gotitas de almidón dentro de las células y al romperlas con el cuchillo salen.

El pimiento no cambia de color por lo que no tiene nada de almidón.

El queso natural tampoco cambia de color así que no tiene nada de almidón

Hemos utilizado queso fundido de dos marcas diferentes. Una de ellas contiene almidón, la otra no. Este tipo de queso se fabrica utilizando sales fundentes, el almidón se puede añadir como espesante. Hemos comprobado si la información proporcionada en las etiquetas del producto corresponde con

su composición: efectivamente una de ellas refleja la presencia del almidón en el producto y la otra no.

El plátano tiene bastante almidón ya que se han puesto las gotas de lugol casi negras.

El arroz contiene mucho almidón, el lugol se ha puesto completamente negro.

El arroz contiene mucho almidón, el lugol se ha puesto completamente negro.

El puerro no contiene nada de almidón ya que el lugol no ha cambiado de color.



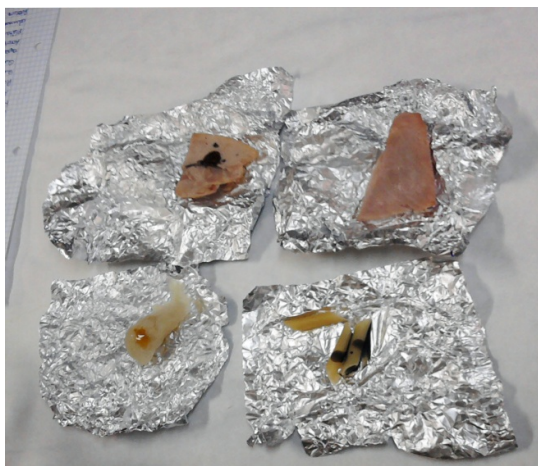
La zanahoria tiene poco almidón y no es homogéneo ya que se encuentra en puntitos.

El pescado no contiene almidón.

Los macarrones contienen mucho almidón porque nada más tocarlos el lugol se ha puesto completamente negro.

La mortadela contiene bastante almidón ya que en su proceso de fabricación la carne se mezcla con patata.

Hemos analizado jamón de york de varias marcas. Una no contiene nada de almidón, las otras dos muestran muchos puntos oscuros al contacto con el lugol, por tanto han sido adulterados, probablemente con patata, puesto que ambos eran jamones que se venden en el mercado al mismo precio que el jamón cocido puro.



#### Conclusiones:

La mayoría de los alimentos de origen animal no tienen almidón, salvo algunos procedentes de un proceso de fabricación industrial en los que se les han añadido harina, almidón o patata. Ejemplo: algunos quesos fundidos o fiambres.

En los de origen vegetal se encuentra almidón en aquellos que proceden de semillas como el trigo (macarrones, pasta, pan...) y en cereales como en el arroz. Algunos tubérculos como la patata almacenan mucho almidón y algunas raíces como la zanahoria almacenan cantidades menores.

La mayoría de las frutas no contienen almidón con excepción del plátano. Tampoco contienen almidón las hortalizas.

#### Bibliografía:

-Apuntes tomados en clase: Información dada y explicada por la profesora.

<http://centros5.pntic.mec.es/jes.victoria.kent/Rincon-C/Curiosid/Rc-58.htm>

## Comprobación de las propiedades de las proteínas

### 1. INTRODUCCIÓN

Las proteínas son moléculas de gran tamaño, formadas por la unión de cientos o miles de moléculas más pequeñas llamadas aminoácidos (aá). Hay 20 tipos de aminoácidos.

Las proteínas se diferencian unas de otras por el orden de los aminoácidos en ellas. Una misma proteína no es exactamente igual en todas las personas, puede variar algún aminoácido. Durante su digestión, los aminoácidos se separan para poder pasar a la sangre.

### FUNCIONES

#### ▪ Estructural

Forman la mayoría de las estructuras de la materia viva, son indispensables para formar nuestras células.

#### ▪ Transportadora

Forman sustancias como la hemoglobina, que transporta oxígeno; o, las lipoproteínas que transportan colesterol.

#### ▪ Defensa

Los anticuerpos son proteínas producidas por los glóbulos blancos que atacan a los microbios.

#### ▪ Contracción muscular

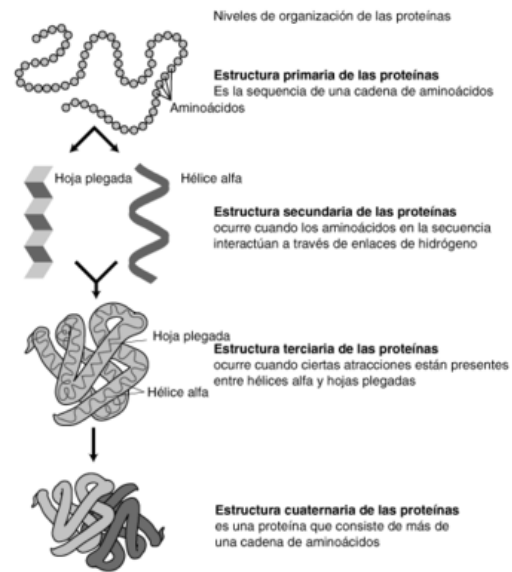
Miosina y actina.

En los seres vivos, las proteínas son el material estructural, cada ser vivo las fabrica a partir de los aminoácidos resultantes de la digestión de las proteínas que contiene en los alimentos que ingiere. Algunos aminoácidos pueden ser sintetizados por el organismo humano a partir de otras sustancias cuando no están presentes en la dieta. De los veinte que existen, ocho no pueden ser sintetizados y han de ser ingeridos. Por lo que se denominan proteínas de primera calidad a los alimentos que los contienen, ya que son esenciales y los más similares a las proteínas humanas; se encuentran en alimentos de origen animal. Los alimentos vegetales ricos en proteínas no los contienen y sus proteínas son consideradas de segunda calidad, aún así, son importantes porque aportan glúcidos, vitaminas, minerales y fibra.

Las proteínas tienen una estructura con una determinada forma para que funcione, si cambia de estructura, deja de funcionar en las mismas condiciones y se produce la desnaturalización de la proteína; puede ocurrir con el calor o con los ácidos. En esta práctica vamos a comprobar esta propiedad desnaturalizando las proteínas de la leche, que coagulan.

Su estructura:

Es la manera como se organiza una proteína para adquirir cierta forma. Presentan una disposición característica en condiciones fisiológicas, pero si se cambian estas condiciones como temperatura, [pH](#), etc. pierde la conformación y su función, proceso denominado desnaturalización. La función depende de la conformación y ésta viene determinada por la [secuencia de aminoácidos](#).



## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

### A. MATERIAL

- ✚ Ácido acético
- ✚ 1 Tubo de ensayo
- ✚ Pinzas de madera
- ✚ Bomba de succión
- ✚ Pipeta
- ✚ Cuentagotas
- ✚ Leche
- ✚ Mechero
- ✚ Gradilla

### B. MÉTODOS

Colocamos la bomba de succión en la pipeta y colocamos la raya de 3 cm<sup>3</sup> a la altura de nuestros ojos, dejamos que la leche suba hasta esta raya y vertemos el contenido en el tubo de ensayo colocado en la gradilla. Después tomamos con un cuentagotas el ácido acético y vertemos 2 ó 3 gotas en el tubo de ensayo, el resto lo devolvemos al recipiente. Encendemos

el mechero, cogemos con las pinzas de madera el tubo de ensayo y lo ponemos sobre el mechero, quitándolo y acercándolo hasta que empiece a coagular, pero que no llegue a hervir, después colocamos el tubo en la gradilla y lo dejamos reposar para ver qué ocurre.

### 3. RESULTADOS

Al dejarlo reposar, vemos como una especie de líquido trasparente y sólidos blancos en el fondo, el líquido que queda arriba es el suero de la leche que contiene agua, glúcidos, alguna proteínas solubles, como la lactoalbúmina, y sales minerales. La proteína llamada caseína ha coagulado y se ha ido al fondo del tubo. Atrapadas en el coágulo de proteínas quedan la mayoría de las grasas.

### 4. CONCLUSIÓN

Al calentar la mezcla, hemos visto como se ha separado en dos partes, el suero de la leche y las proteínas, éstas se han ido al fondo porque se han solidificado y el resto ha quedado arriba, para ver bien las proteínas, retiramos el suero y vemos varios cuerpos sólidos blancos; esto quiere decir que se ha producido una desnaturalización de las proteínas al modificar su estructura, esto demuestra la idea planteada en la introducción:

Al echar ácido acético y al aplicar calor, se ha producido la desnaturalización, esto quiere decir que la proteína pierde su estructura y en esas condiciones no funciona.

Las proteínas de la leche con ácido acético y calor forman coágulos que se depositan en el fondo cubiertos por el suero.

La desnaturalización es un proceso que consiste en modificar la estructura de la

proteína mediante calor o con ácidos que hace que coagule y crea una estructura nueva. Las consecuencias que tiene este proceso es que dejan de realizar algunas de las funciones vitales para el organismo, ya que para que funcione tiene que tener una estructura determinada e inalterable y al romperla o alterarla, dejan de funcionar.

### Procesos industriales que se basan en la desnaturalización de proteínas

-Fabricación del queso: El queso es un [alimento](#) sólido elaborado a partir de la [leche](#) cuajada de [vaca](#), [cabra](#), [oveja](#), [búfalo](#), [camello](#) u otros [mamíferos rumiantes](#). Es la conserva ideal pues muy difícilmente se estropea con el transcurso del tiempo ya que al secarse mejoran sus cualidades en relación al peso. La leche es inducida a cuajarse usando una combinación de [cuajo](#) y acidificación. Las [bacterias](#) se encargan de acidificar la leche, jugando también un papel importante en la definición de la textura y el [sabor](#) de la mayoría de los quesos. Algunos también contienen [mohos](#), tanto en la superficie exterior como en el interior.

Para algunos quesos se cuaja la leche añadiéndole [ácidos](#) tales como [vinagre](#) o jugo de [limón](#). Sin embargo, la mayoría se acidifican en grado menor gracias a las bacterias que se le añaden, que transforman los [azúcares de la leche](#) en [ácido láctico](#), a lo que sigue la adición de cuajo para completar el proceso de cuajado. El [cuajo](#) es una [enzima](#) (renina) tradicionalmente obtenida del estómago del ganado lactante, pero actualmente también se producen sustitutos microbiológicos en laboratorio..

Al queso se le considera un buen alimento para los viajes, siendo apreciado por su facilidad de transporte,

buena [conservación](#) y alto contenido en [grasa](#), [proteínas](#), [calcio](#) y [fósforo](#).

-Yogur: El yogur es un producto [lácteo](#) obtenido mediante la fermentación bacteriana de la [leche](#). Si bien se puede emplear cualquier tipo de leche, la producción actual usa predominantemente leche de [vaca](#). La transformación por [fermentación](#) de la [lactosa](#) (el azúcar de la leche) en [ácido láctico](#) es lo que da al yogur su textura y sabor distintivo.

La elaboración de yogur requiere la introducción de [bacterias](#) 'benignas' específicas en la leche bajo una temperatura y condiciones ambientales controladas (muy cuidadosamente en el entorno industrial). El yogur natural o de sabores de textura firme, requiere de una temperatura de envasado de aproximadamente 43 grados centígrados, y pasar por un proceso de fermentación en cámaras calientes a la temperatura de 43 grados para obtener el grado óptimo de acidez; este proceso puede llegar a durar aproximadamente cuatro horas. Una vez obtenida la acidez óptima, debe enfriarse el yogur hasta los 5 grados para detener la fermentación.



## 5. BIBLIOGRAFÍA

- ✚ Apuntes suministrados por la profesora de Ampliación de Biología y Geología
- ✚ Apuntes de Biología y Geología de 3º ESO.
- ✚ Apuntes de la hoja que nos ha dado la profesora. " Identificación de biomoléculas orgánicas."
- ✚ Apuntes tomados en clase.
- ✚ [#A.C3.B1ejamiento](http://es.wikipedia.org/wiki/Queso)
- ✚ <http://es.Wikipedia.org/wiki/yogur>.

## Reconocimiento de biomoléculas de la leche

### INTRODUCCIÓN:

La importancia de la leche radica en su variada y compleja composición, es uno de los alimentos más completos que existen, pues en ella encontramos la mayoría de los elementos necesarios para el organismo. Además, la leche, posee componentes únicos que la hacen imprescindible para una correcta nutrición.



La leche se compone de agua, proteínas, hidratos de carbono, grasas, vitaminas y minerales:

Agua: La leche es en un 90% agua, lo que hace al agua el más abundante componente de la leche.

Proteínas: son las encargadas de formar la estructura de nuestro cuerpo.

La leche contiene entre 3 y 4 % de proteína, dependiendo de la raza de la vaca. En la leche encontramos albúminas, globulina (muy importante para los recién nacidos porque es una proteína defensiva que confiere resistencia a las enfermedades) y caseína. Esta última es una proteína exclusiva de la leche que contiene todos los aminoácidos esenciales que necesitamos.

A efectos de su separación analítica se distinguen 2 grupos:

✚ Caseína entera: Es la proteína más característica de la leche porque no existe ni en la sangre, ni en los tejidos de los mamíferos. Esta precipita cuando se acidifica la leche, de ahí se deriva el nombre de proteína insoluble.

✚ Proteínas del suero o solubles: La mayor parte son albúminas (lactoalbúmina) que normalmente se encuentran en cantidades muy pequeñas, permanecen en el suero cuando coagula la caseína.

Hidratos de carbono: son grandes fuentes naturales de energía.

La leche contiene lactosa en un 5% , compuesta por glucosa y galactosa. Su poder edulcorante es muy bajo, pero proporciona energía. Solo se encuentra en la leche, fuera de ella, en la naturaleza

es raro encontrarla, es el elemento soluble más abundante. Para los seres humanos, la lactosa no es solo un glúcido energético, ya que es la única fuente de galactosa, componente principal de los tejidos nerviosos. En la leche de vaca, su contenido varía poco.

Lípidos: Son sustancias de reserva energética que aportan energía. En la leche de vaca, la mayor parte de la materia grasa está constituida mayoritariamente por glicéridos o grasas. También contiene fosfolípidos.

La grasa está entre 3.5 y 5.25%, dependiendo de la raza de la vaca y su nivel de nutrición. La grasa da a la leche un color amarillo, cuando ésta cuenta con poco contenido graso entonces se torna más blanca.

Hay lípidos libres y combinados, los libres son los que se pueden extraer con disolventes orgánicos, rompiendo la emulsión con éter. Es el componente que más fácilmente se puede extraer.

Vitaminas: permiten el perfecto funcionamiento de nuestro organismo. En la leche encontramos sobre todo vitamina B2, B12 (vitaminas hidrosolubles) D y A (liposolubles), de fácil absorción para nuestro cuerpo. La Vitamina A protege contra enfermedades y mantiene la piel.

La Vitamina D ayuda a absorber el calcio.

Minerales: al igual que las vitaminas, los minerales, ayudan a que nuestros órganos funcionen correctamente.

La leche es rica en calcio, cloruros y fósforo, componentes fundamentales para el desarrollo de los niños y la salud de los adultos.

El Calcio regula el corazón, ayuda a los nervios, y hace huesos y dientes fuertes.

Leche natural:

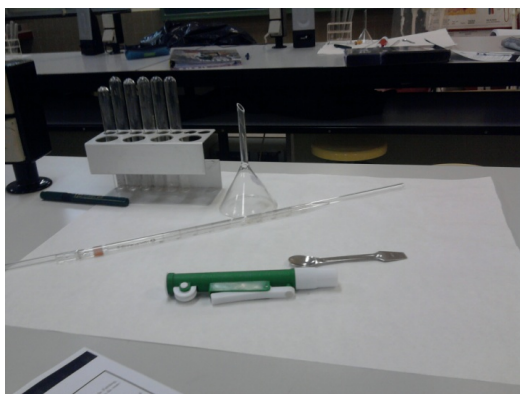
Agua	87.8g
Proteínas	3.2g
Grasas	3.9g
AC. Graso saturado	2.4g
Hidratos de carbono	4.8g
Kcal.	66g
Ca. (calcio)	115mg
P. (fósforo)	96mg

Leche desnatada enriquecida en calcio:

Kcal.	45
Proteínas	3.05g
Hidratos de carbono	4.60g
Grasas	1.55g
Fibra alimentaria	0.00g
sodio	0.05g
calcio	160mg

MATERIAL:

- Tubo de ensayo
- Pipeta
- Embudo
- Varillas de vidrio
- Papel de filtro
- Espátula
- Baño maría
- Vaso de precipitados
- Ácido acético
- Fehling A y B
- Éter
- Hidróxido sódico
- Sudán III
- Sulfato cúprico
- Ácido nítrico
- Amoníaco concentrado
- Oxalato sódico
- Nitrato de plata
- Sudán III
- Leche desnatada enriquecida en calcio
- Leche natural



### Métodos:

Primero se separa el suero de la leche de la caseína, para ello se pone en un vaso de precipitados 100ml de leche. Se calienta hasta que este templada. Se añade ácido acético gota a gota, removiendo con una varilla de vidrio al mismo tiempo.



Se observa un precipitado de caseína. Se deja enfriar y se filtra el contenido del vaso. Por un lado se encuentra el coágulo formado por proteínas (caseína) y grasa, y por el otro lado el suero formado por glúcidos, proteínas del suero (lactoalbúmina) algo de grasa y sales

minerales. El filtrado, o suero, se reparte en tubos de ensayo.

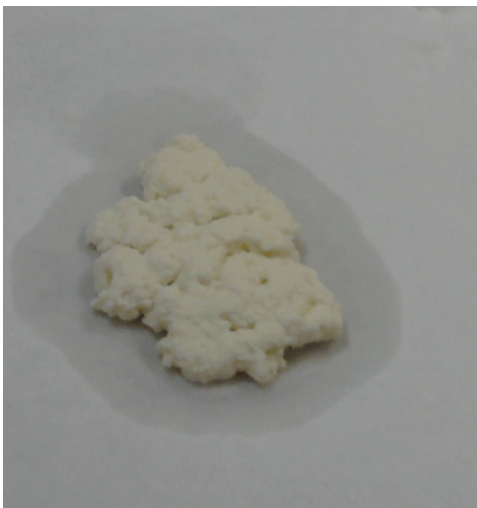


Luego se lava el precipitado que queda en el papel de filtro con éter y se recoge el éter del filtrado en una cápsula. Cuando el éter se evapora, sobre un radiador, se puede observar el contenido graso de la leche, que ponemos de manifiesto tiñendo con Sudán III. El precipitado lavado (caseína) se seca con papel de filtro y se reparte para las distintas determinaciones.

- a) A continuación para determinar el calcio se pone 1ml de suero en un tubo de ensayo y se añaden unas gotas de oxalato sódico al 1%.
- b) Después para poner de manifiesto los cloruros se pone 1ml de suero en un tubo de ensayo y se añaden unas gotas de solución de nitrato de plata.
- c) Para reconocer los glúcidos (lactosa) en el suero, se pone en tubo de ensayo 1ml de suero y se añade 1ml de reactivo de Fehling, se agita y se lleva al baño maría.
- d) Para el reconocimiento de prótidos (lactoalbúmina) en el suero se pone 1ml de suero en un tubo de ensayo y se añade 1ml de hidróxido sódico al 40%, se agita y se añaden unas gotas

de sulfato de cobre 0,01M (Reacción de Biuret)

- e) En el reconocimiento de la naturaleza proteica de la caseína se utiliza la reacción xantoproteica se pone en un tubo de ensayo una porción de caseína lavada y seca, se añaden unas gotas de ácido nítrico y se calienta unos segundos al baño María, cambiará de color y luego se añade 1ml de amoníaco concentrado que hará cambiar más el color, terminando anaranjado fuerte.
- f) La reacción del biuret sobre la caseína nos confirma su naturaleza proteica. En un tubo de ensayo se pone una pequeña cantidad de caseína lavada y seca, se añade 1ml de hidróxido sódico al 40% y se remueve para disolver la caseína y se añade sulfato de cobre 0,01M.



#### RESULTADOS:

1. En el lavado del coágulo con el éter, después de haberse evaporado éste, se ha podido observar que en la leche natural hay más grasas que en la leche desnatada. La grasa se aprecia como una capa untuosa al tacto depositada en el fondo de la cápsula.
2. En la determinación del calcio se ha observado un precipitado de color blanco, de oxalato de calcio, sin

apenas diferencia entre un tipo de leche y otra.



3. En la determinación de cloruros hemos visto un precipitado de color blanco que se ennegrece con la luz sin diferencia tampoco entre los tipos de leche.



4. En el reconocimiento de los glúcidos hemos visto que sí tiene ya que ha cambiado a color rojizo al realizar la reacción de Fehling, debido al poder reductor de la lactosa.



5. En el reconocimiento de prótidos hemos observado que el suero sí tenía lactoalbúmina ya que ha

aparecido un color violeta al realizar la reacción de Biuret.



6. . El reconocimiento de la naturaleza proteica de la caseína lo confirma el color amarillo anaranjado obtenido en la reacción xantoproteica



7. En la reacción de biuret sobre la caseína hemos observado que se ve un color violeta, que confirma la naturaleza proteica de este compuesto.

#### Conclusión:

Hemos demostrado que la leche tiene calcio, cloruros, glúcidos, lactoalbúmina, caseína y grasas. Aunque no hemos podido observar las diferencias entre la leche entera natural y la desnatada enriquecida en calcio ya que no disponemos de las técnicas necesarias. Sí hemos podido comprobar la mayor abundancia de grasas en la leche natural que en la desnatada.

#### BIBLIOGRAFIA:

---

- Información explicada por la profesora.

<http://html.rincondelvago.com/componentes-de-la-leche.html>

<http://vvalenciaudc.tripod.com/Laco.htm>

# Uso de reacciones endotérmicas como antiinflamatorio

*Elena Castrodeza, Javier Sánchez, y María Gil*

*Profesor José Ignacio Esquinas*

Colegio La Inmaculada., Ponferrada (León)

En este proyecto decidimos aplicar las reacciones endotérmicas para su utilización en el campo de la salud como antiinflamatorio. Escogimos la reacción que se produce entre el hidrógeno carbonato de sodio (bicarbonato de sodio) y el ácido cítrico, debido a la facilidad con la que se puede acceder a dichos productos. Llevamos a cabo la demostración teórica, posteriormente realizamos algunas pruebas en el laboratorio antes de experimentar con distintas personas para conocer los efectos que producía y que nos diesen su opinión, consultamos también con diversos profesionales. Los objetivos de la investigación son el encontrar antiinflamatorios a partir de productos de uso cotidiano basándonos puramente en la química. El proyecto nos ha sido muy útil para concienciarnos acerca de la relación que existe entre la química y la salud, y con ello, a animarnos a continuar con nuestros estudios en ese campo.

---

## Antecedentes

Con relativa frecuencia se producen lesiones, especialmente en el ámbito deportivo, que suelen conducir a respuestas inflamatorias por parte del organismo. Es el caso de la bursitis (hinchazón de la bursa, saco líquido que actúa como amortiguador entre músculos, tendones y articulaciones),

o de un simple esguince, situaciones en las que es necesaria la aplicación de frío para evitar su inflamación y reducir el dolor.



Imagen 1. Ejemplo de bursitis en el codo

Este frío de forma cotidiana se obtiene mediante la aplicación de hielo, si bien es cierto que en determinadas zonas e incluso competiciones deportivas (por ejemplo Rally Dakar), la conservación de hielo es complicada debido a las altas temperaturas.

Aquí nace la idea de este proyecto, exponiendo la utilidad de las reacciones químicas para su aplicación al ámbito de la salud, y en concreto como potencial uso antiinflamatorio.

### **Objetivos de la investigación**

El objetivo principal de investigación es poder aportar sustitutos del hielo, a favor de otros productos químicos naturales, de conservación más sencilla y que aporten ventajas con respecto a otras aplicaciones. Este objetivo se apoya en una demostración química sólida, en coherencia con los requisitos del concurso.

### **Fases del proyecto**

De una manera sencilla se han llevado a cabo una serie de pasos

- Formulación inicial de la hipótesis, que en ese caso es la posible utilización de productos químicos con fines antiinflamatorios, presentada en un marco teórico
- Concreción de la hipótesis inicial y demostración química de su posible utilidad
- Experimentación previa en laboratorio
- Evaluación de los potenciales efectos en un grupo de individuos, para contrastar la hipótesis
- Análisis de resultados

- Conclusiones de la investigación
- Valoración personal del equipo de trabajo

A continuación se desarrollan cada una de las citadas fases.

### **Marco teórico**

Una reacción química es un proceso en el cual una o más sustancias llamadas reactivos, se transforman en otra u otras sustancias con propiedades diferentes (productos). En la práctica podemos observar el cumplimiento de la ley de conservación de masas, según la cual la suma de las masas de los productos es igual a la de los reactivos, ya que durante una reacción no aparecen ni desaparecen átomos, sólo existe un cambio en su disposición, reordenándose.

Al producirse una reacción química, se rompen los enlaces de los reactivos para lo que debe existir un aporte de energía, denominada energía de activación. Asimismo, y de acuerdo a la teoría de las colisiones, debe darse un choque lo suficientemente energético y con una orientación concreta que permita el inicio de la reacción química (denominado choque eficaz).

No obstante, durante la formación de los nuevos enlaces se libera energía, de tal forma que al realizar el balance entre los enlaces rotos y formados, puede ocurrir que se desprenda energía (dando lugar a una reacción exotérmica) o que se absorba energía (el cual es el caso de las reacciones endotérmicas), en éste último caso da lugar a una sensación de frío, si lo aplicamos sobre la piel.

Algunas reacciones endotérmicas necesitan mayor energía y tienen que absorberla de los alrededores, como puede ocurrir para transformar el carbonato de calcio en óxido cálcico y

dióxido de carbono. Cuando en una reacción endotérmica los reactivos absorben calor, su entalpía aumenta (la entalpía es una medida de la energía intercambiada entre una sustancia y su entorno).

Remontándonos al ejemplo utilizado en los antecedentes durante la celebración de una competición como es el Dakar, la conservación del hielo puede suponer un problema, ya que es muy fácil que se produzca un cambio en su estado de agregación debido a las altas temperaturas, y en ocasiones a su limitada disponibilidad dadas las condiciones de aridez del entorno.

Por todo ello, surge como hipótesis inicial la aplicación de reacciones químicas en estos supuestos, para conseguir un efecto antiinflamatorio.

### **Concreción de hipótesis inicial y demostración química**

Una vez que hemos realizado el estudio teórico, convenía concretar la hipótesis y elegir los reactivos más adecuados atendiendo a factores como disponibilidad, biodegradabilidad y conveniencia.

Para ello, decidimos llevando a cabo una reacción endotérmica, en concreto una en la cual se produce una neutralización ácido-base. Se trata de la reacción entre el hidrogeno carbonato de sodio (conocido como bicarbonato sódico) y el ácido cítrico, este últimos obteniéndolo a partir de zumo natural de limón.

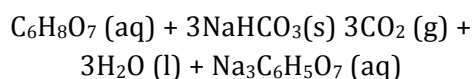
Esta mezcla puede realizarse de una forma sencilla e independientemente de la temperatura ambiental, para después aplicarla directamente sobre la piel sin que existan contraindicaciones debido a que son productos naturales, pero

tratando de evitar su aplicación en zonas en las que puedan existir heridas abiertas, ya que no es recomendable que entren en contacto, principalmente por la sensación que conllevará al paciente.

La aplicación puede llevarse a cabo con muchas más reacciones endotérmicas, si bien es cierto, que el acceso a los productos descritos anteriormente es muy sencillo, permitiendo una mayor facilidad a la hora de llevar a cabo dicha práctica. Otro claro ejemplo sería proceder al enfriamiento del agua mediante la disposición de una pequeña cantidad de nitrato de amonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), lo cual enfriaría el agua notablemente permitiendo la disposición del hielo si existiese tal necesidad. Llegando a observarse en la práctica un descenso que puede llegar a los  $22^\circ\text{C}$ .

Por todos los motivos anteriormente expuestos, se decidió optar por la reacción entre ácido cítrico e hidrógeno carbonato de sodio. El punto de partida era escribir la reacción correctamente y ajustarla.

Ácido cítrico + hidrógeno carbonato de sodio  
Dióxido de carbono+ agua + citrato de sodio



La presente investigación se centraría por tanto en la reacción descrita y por la cual reaccionarían una disolución de ácido cítrico con hidrógeno carbonato de sodio (denominado clásicamente como bicarbonato de sodio) que conduciría a la formación de dióxido de carbono, agua y citrato de sodio.

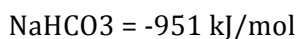
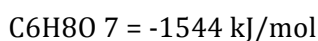
Más allá de los productos obtenidos, el interés de la reacción radica en que desde el punto de vista termoquímico se



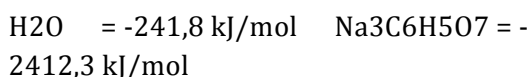
trata de un proceso endotérmico y por tanto absorbería calor.

De forma previa a la experimentación, entendimos que era imprescindible realizar una demostración termoquímica de su carácter endotérmico, aplicando conceptos básicos estudiados en bachiller como entalpías.

La consulta bibliográfica de las entalpías de formación aportó los siguientes datos: Entalpía estándar de formación de los reactivos



Entalpía estándar de formación de los productos  $CO_2 = -393,5 \text{ kJ/mol}$



Aplicando los principios de entalpía:

$$\Delta H_R = [3(-393,5) + 3(-241,8) + (-2412,3)] - [(-1544) + 3(-951)] = + 78,8 \text{ kJ/mol}$$

Por lo tanto al ser  $\Delta H_R > 0$  (entalpía de reacción positiva) se demuestra químicamente el carácter endotérmico de la reacción.

### Experimentación previa en laboratorio

Habiendo demostrado el carácter endotérmico de la reacción resulta imprescindible como siguiente paso confirmar experimentalmente la hipótesis inicial planteada en cuanto a la conveniencia de emplear ácido cítrico e hidrógeno carbonato de sodio para aportar una sensación de frescor ante determinadas afecciones como una bursitis o un esguince.

En este sentido se ha diseñado una fase de experimentación que consiste en los siguientes puntos:

Se prepara una disolución de ácido cítrico con hidrógeno carbonato de sodio

Seleccionamos varias personas de distintos rangos de edad en los que se aplica la solución preparada.

La disolución puede prepararse con ácido cítrico puro de concentración variable o puede ser sustituido por zumo de limón, aunque su efecto será menor debido a una concentración expresada por ejemplo en molaridad, más baja (0,26M), y posteriormente se mezclaría con bicarbonato. Si la mezcla la realizamos directamente sobre la piel notaremos un mayor efecto, mientras que por el contrario si la realizamos anteriormente la sensación percibida será previsiblemente menor.

Esta fase de experimentación previa la realizamos en laboratorio. Las siguientes imágenes describen el proceso seguido.



Imagen 2. Extracción de ácido cítrico a partir de limones

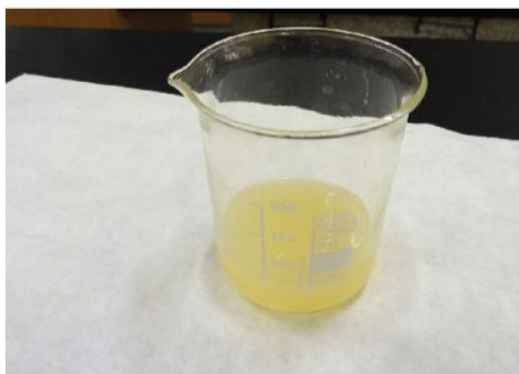


Imagen 3. Detalle del ácido cítrico extraído y recogido en vaso de precipitados



Imagen 5. Evaluación previa de la sensación sobre la piel



Imagen 4. Adición experimental de hidrogeno carbonato de sodio al ácido cítrico

### Evaluación de los potenciales efectos en un grupo de individuos

Una vez preparada experimentalmente en laboratorio, teníamos que confirmar la hipótesis sobre la conveniencia de la reacción en un grupo de individuos.

Para ello, elegimos una serie de personas del entorno educativo y familiar, de distintos rangos de edad. Aplicamos sobre ellos ácido cítrico junto con una cantidad de hidrógeno carbonato de sodio, y procedimos a evaluar cualitativamente la sensación que cada persona experimentaba.

Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

Iniciales y edad	Sensación experimentada en el punto de aplicación
NPM (35 años)	Siente una pequeña sensación de alivio y frescor (mezcla hecha anteriormente)
SBS (41 años)	Sensación de frescor moderada (mezcla hecha anteriormente)
VGP (17 años)	Sensación de frío bastante alta (realizada directamente sobre la piel)
LZV (17 años)	Sensación de frío muy alta (realizada directamente sobre la piel)
DPM (17 años)	Sensación de frío alta pero destaca el hecho de que quede una mezcla pegajosa (realizada sobre la piel)
JRS (16 años)	Siente frío, pero no se siente muy convencido con el método de disposición, considera que es demasiado complejo para un paciente (realizada sobre la piel)

Tabla 1. Resultados obtenidos

De forma complementaria decidimos recabar la opinión de algunos profesionales del sector de la medicina, así como de otros sectores, para que nos dieran su punto de vista sobre la investigación realizada y la conveniencia de los reactivos estudiados para la su posible aplicación:

*SBS (Licenciada en Biología): Destaca el hecho de que sean productos naturales y de fácil obtención, pero opina que se trata de una reacción endotérmica baja, por lo que el efecto no sería demasiado alto.*

*OOY (Médico forense): Opina que es una buena aplicación al campo de la salud, pero cree que existen en la actualidad muchos productos farmacéuticos que cumplen con esta función, si bien es cierto que llevan productos químicos más complejos y por el contrario éstos son de muy fácil obtención.*

*JASV (Licenciado en ADE): Argumenta que el precio de fabricación del producto sería muy bajo, permitiendo así un margen de beneficio muy alto, aunque cree que se debería realizar una campaña de promoción muy fuerte para la obtención de clientes, los cuales estarían limitados a sectores muy concretos, debiendo fomentarse el origen natural de los componentes.*

### **Análisis de resultados**

Basándonos en las experiencias recogidas, obtuvimos una respuesta favorable en cuanto al efecto del producto, pero no tanto en la forma, por ello decidimos dedicar un poco de tiempo en diseñar el mejor formato para su presentación a nivel comercial y de utilización, aún siendo conscientes de que éste no era el objetivo principal de la investigación

Pensamos que la forma más adecuada consistiría en un tubo, que contase con un roll-on en uno de sus extremos impregnado de ácido cítrico, mientras que en el otro extremo encontraríamos una abertura que permitiese espolvorear el hidrógeno carbonato de sodio en polvo sobre la piel del afectado, consiguiendo así que la sensación sea bastante mayor, según las impresiones que pudimos recoger.



Imagen 6. Ejemplos de roll-on existentes en el mercado

### **Conclusiones**

Los reactivos elegidos parecen resultar válidos, pues según los resultados causan el efecto buscado de frescor sobre la piel. Aparte de las ventajas que presenta a nivel de su conservación, cabe destacar el hecho de ser productos naturales y biodegradables, además de presentar un punto de ebullición que se sitúa en el caso del ácido cítrico en 175°C, bastante por encima del que presenta el agua.

No obstante, también concluimos que esta técnica sólo resultaría adecuada en situaciones en las cuales no sea accesible el hielo, es decir, como un sustituto puntual. En el caso de la utilización de productos químicos más peligrosos, como puede ser el caso del nitrato de amonio, debe de tenerse en cuenta este factor de peligrosidad en su manejo.

Igualmente, la mezcla entre bicarbonato y ácido cítrico debe llevarse a cabo de una forma proporcional, garantizando así la neutralización, y permitiendo que se produzca la reacción endotérmica de forma adecuada.

### Valoración personal

A modo de resumen final, nuestro objetivo con este proyecto ha sido demostrar la relación que existe entre la química y la salud, pero también queremos destacar que las reacciones, tanto endotérmicas como exotérmicas tienen una gran relevancia en la vida cotidiana.

Remontándonos a la antigüedad, podemos ver diferentes descubrimientos relacionados directamente con las reacciones, gran ejemplo constituye la obtención de energía a partir del carbón.

Por ello, es importante concienciarnos acerca de todo lo que la química nos ha ofrecido, pero también de lo que nos puede ofrecer en un futuro y que está a nuestro alcance mediante la investigación. Las reacciones endotérmicas en un futuro también

podrían aplicarse de una forma medida y estudiada para la conservación de alimentos, o incluso para refrigerar ambientes lo cual constituiría un gran avance, sobre todo porque si se lleva a cabo mediante productos naturales, podríamos combatir la problemática que existe en algunas zonas sin recursos.

### Referencias bibliográficas y páginas web consultadas

- *Libro de texto; Química COU, Editorial: Anaya. Autores: J. Morcillo Rubio, M. Fernández González. Año: 1995.*
- *Libro de texto; Física y Química 1º bachiller. Editorial: Edebé. Año: 2008.*
- *Web; <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000419.htm>*
- *Web; <http://www.dsisd.txed.net/documentcenter/view/12986>*
- *Web; [http://papers.xtremepapers.com/CIE/Cambridge%20International%20IA%20and%20AS%20Level/Chemistry%20\(9701\)/9701\\_nos\\_ps\\_5.pdf](http://papers.xtremepapers.com/CIE/Cambridge%20International%20IA%20and%20AS%20Level/Chemistry%20(9701)/9701_nos_ps_5.pdf)*
- *Web; <http://www.chemicalforums.com/index.php?topic=7112.0>*
- *Web; <http://www.kbcc.cuny.edu/academicdepartments/physci/pl/chm11/documents/thermochemistry.pdf>*
- *Además, se ha consultado a profesionales del sector médico y farmacéutico*

# Zumo de naranja

*Eva Agúndez, Raquel Burgoa, Marta De La Fuente, y Sara Herreros*

*Profesora Elena López*

*Compañía de María La Enseñanza. Valladolid*

Hemos hecho un experimento sobre la vitamina C en un zumo de fruta. Pensamos que esta práctica podía ser interesante para saber si realmente el zumo de naranja tiene la cantidad de vitamina C que dice tener. Y también para poder aprender a hacer prácticas que podamos utilizar en la vida cotidiana, para conocer datos de interés. Hemos aprendido que teníamos una idea errónea sobre la rapidez en que desaparece la vitamina C del zumo de naranja. Este proyecto lo hemos experimentado en el laboratorio de nuestro colegio con la ayuda de nuestra profesora y hemos comprobado que nuestras dos hipótesis eran falsas. Nos ha enseñado que mediante el sencillo método de decolorar sustancias se puede comprobar la concentración de cada una de las sustancias de un producto. Para realizar esta práctica no es necesaria la utilización de material específico. Hemos conocido nuevas páginas web relacionadas con la ciencia. Pero no todo lo hemos buscado en internet, también nos hemos ayudado de enciclopedias y libros científicos. Con lo que tuvimos más dificultades fue calcular la cantidad de solución necesaria de vitamina C para decolorar el DCPIP ya que mediante un cuenta gotas es muy difícil obtener resultados 100% fiables.

---

## FASE DE PLANTEAMIENTO

-Investigación:

La vitamina C, **enantiómero L del ácido ascórbico** o antiescorbútica, es un **nutriente esencial**, en particular para los mamíferos.<sup>1</sup> La presencia de esta vitamina es requerida para un cierto número de **reacciones metabólicas** en todos los animales y plantas y es creada internamente por casi todos los organismos, siendo los humanos una

notable excepción. En humanos, la vitamina C es un potente antioxidante, actuando para disminuir el estrés oxidativo; un substrato para la ascorbato-peroxidasa, así como un cofactor enzimático para la biosíntesis de importantes bioquímicos.

Funciones:

- Mejora la visión y ejerce función preventiva ante la aparición de cataratas o glaucoma.
- **Es antioxidante**, por lo tanto neutraliza los **radicales libres**, evitando así el daño que los mismos

---

Revista Investigando la Química, 1, 109 - 114. 2014

generan en el organismo. Su **capacidad antioxidante** hace que esta vitamina elimine sustancias tóxicas del organismo, como por ejemplo los nitritos y nitratos presentes en productos cárnicos preparados y embutidos. Los nitratos y nitritos aumentan la probabilidad de desarrollar cáncer.

- Su virtud como antioxidante nos protege ante el humo del cigarrillo, y como mejora el sistema inmune, es también utilizada en pacientes sometidos a radio y quimioterapia.
- Es antibacteriana, por lo que inhibe el crecimiento de ciertas bacterias dañinas para el organismo.
- Reduce las complicaciones derivadas de la diabetes tipo II
- Disminuye los niveles de **tensión arterial** y previene la aparición de enfermedades vasculares
- Tiene propiedades antihistamínicas, por lo que es utilizada en tratamientos antialérgicos, contra el asma y la sinusitis.
- Ayuda a prevenir o mejorar afecciones de la piel como eccemas o soriasis.
- Es cicatrizante de heridas, quemaduras, ya que la vitamina C es imprescindible en la formación de colágeno.
- Aumenta la producción de estrógenos durante la menopausia, en muchas ocasiones esta vitamina es utilizada para reducir o aliviar los síntomas de sofocos y demás.
- Mejora el estreñimiento por sus propiedades laxantes.

- Repara y mantiene cartílagos, huesos y dientes.

Aporte de Vitamina C:

Fuentes de origen animal: La vitamina C no aparece en alimentos de origen animal.

Fuentes de origen vegetal: La gran mayoría de las **frutas** y **verduras** contienen vitamina C. Los que tienen mayor contenido de vitamina C son los pimientos, los cítricos, las coles, el coliflor, espinacas, las patatas (papas) frutas como el plátano, los mangos, la manzana, piña (ananá) y melón. Los escaramujos o rosa canina son la fuente más potente en vitamina C. Aproximadamente el 7% de su peso corresponde a la vitamina.

Suplementos: Pueden ser tabletas, efervescentes, cápsulas, etc.

La deficiencia o carencia de vitamina C (ácido ascórbico) puede producir o verse reflejada por:

- Inflamación y sangrado de las encías
- Piel áspera y reseca
- Hematomas espontáneos
- Deficiencia en la cicatrización de heridas
- Sangrado nasal
- Dolor e inflamación articular
- Anemia
- Esmalte dental debilitado
- La carencia más grave de vitamina C se conoce como escorbuto, que se observa con mayor frecuencia en ancianos y desnutridos. El escorbuto está caracterizado por un

debilitamiento general del organismo, anemia, encías inflamadas y hemorragias.

Consumiendo una dieta variada y balanceada con un alto contenido de frutas y verduras, la dosis mínima de vitamina C, está absolutamente cubierta. Los requerimientos diarios en un hombre adulto son de 90 mg/día y en una mujer de 75 mg/día (miligramos/día), aunque existen siempre situaciones donde es necesario aumentar la dosis de vitamina a través de la suplementación. Esas circunstancias o situaciones son:

- [Embarazo y Lactancia](#)
- Personas alcohólicas y fumadoras
- diabéticos
- Alérgicos y asmáticos
- personas que toman diariamente fármacos o medicamentos como anticonceptivos orales, cortisona, antibióticos, etc.

La cantidad de vitamina C puede determinarse usando una simple prueba de color. La vitamina c decolora el azul del DCPIP. La vitamina C es un antioxidante que reduce el DCPIP. DCPIP cambia de azul a transparente cada vez que se le añade vitamina C.

-Antecedentes e investigaciones:

En 2004, dos estudiantes de instituto en Nueva Zelanda llevaron a cabo un experimento para determinar los niveles de vitamina C de su zumo de frutas favorito. Descubrieron que los niveles de uno de ellos, un famoso zumo de grosella eran mucho más bajos de lo que se indicaba. El fabricante negó la acusación. Sin embargo, el caso fue llevado a televisión y después de investigarlo, se

demonstró que la acusación era cierta. En marzo del 2007 se declaró culpable al fabricante tuvo que pagar una indemnización.

-Hipótesis:

\*¿Los zumos de naranja que normalmente tomamos tienen de verdad los niveles de vitamina c que indica el fabricante?

\*¿Qué zumo tiene más vitamina C?

\*¿Es verdad que un zumo de naranja pierde la vitamina C sino se consume en el acto?

### **FORMULACIÓN DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:**

-Identificación de variables:

La variable independiente es el zumo de naranja con el que se experimenta y la variable dependiente la cantidad o porcentaje de vitamina C en el zumo de naranja.

-Metodología científica:

\* Zumo de naranja.

\*1% de solución de vitamina C

\*0,1% de DCPIP.

\* Pipeta

### **FASE DE EXPERIMENTACIÓN:**

-Ejecución del diseño:

1. Pipetear 1cm<sup>3</sup> de 1% de la solución de DCPIP en un tubo de ensayo.

2. Usando una pipeta, añadir un 1% de vitamina c, gota a gota a la solución de DCPIP. Después de añadirlo agitar suavemente el tubo. Continuar añadiendo gotas de la solución de vitamina c hasta que el color azul de

DCPIP haya desaparecido. Anotar la cantidad exacta de vitamina c necesaria para decolorar la solución de DCPIP. Repetir el procedimiento y hacer una media entre los diferentes resultados.

3. El 1% de la solución de vitamina c contiene 10 mg de de vitamina c en 1.0 cm<sup>3</sup>. Calcula la masa de vitamina c que ha sido necesaria para decolorar 1cm<sup>3</sup> de la solución de DCPIP. Usa este valor para calcular cuanta vitamina c contiene el zumo, en mg cm<sup>-3</sup>

4. Presenta tus resultados de la forma más apropiada

5. Compara tus resultados con las hipótesis.

6. Analiza los errores.

Recogida de información y obtención de datos experimentales:

	Volumen de referencia de la solución de vitamina C necesaria para la decoloración	Volumen de la solución de zumo necesario para la decoloración.
Prueba	DCPIP ml	DCPIP ml
1	8.1	8.69
2	8.7	8.5
3	8.78	7.4
4	8.2	8.3
5	8.6	8.53
Media	8.53	8.28

Resultado: mg vita. C en la prueba del zumo =  $4.27 / 8.28 = 0.52$  mg/ml

Ecuación 1:

Mg de vitamina C necesaria para decolorar 1 ml DCPIP = concentración de vitamina C (0.5 mg/ml) x volumen disolución de vitamina C añadida al DCPIP (ml) (3.8ml)

1ml=1cm<sup>3</sup> de 1% de solución de vitamina C = 10 mg de vitamina C

0.05% de solución de vitamina C = 0.5 mg de vitamina C

Resultado: mg vita. C =  $0.5 \text{ mg} \times 8.53 = 4.27$  mg/ml

Ecuación 2:

Concentración de vitamina C en nuestra prueba del zumo (mg/ml) = el resultado de la ecuación 1/ el volumen de zumo añadido

#### FASE DE TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS:

-Conclusiones:

El fabricante decía que eran 25 mg/100ml por lo tanto se entiende que la cantidad de vitamina C del zumo está el doble por encima de lo que el fabricante decía.

-ERRORES:

Para controlar el volumen de DCPIP mantener el mismo método de medición ya que si no los resultados serían poco fiables y no válidos. Estarían sobrestimados.



La marca del zumo en las diferentes pruebas debe ser la misma para mantener la variable independiente siempre igual.

Calcular varias veces la cantidad de vitamina C necesaria para decolorar el DCPIP y sacar la media más válida y fiable.

Debemos asegurarnos de que la pipeta no está sucia para no obtener resultados erróneos.

Asegurarnos de que el zumo no está caducado.

*-El zumo de naranja se debe consumir de forma inmediata o se pierde la vitamina C*

✘ Falso

"Existe la errónea creencia de que la vitamina C del zumo de naranja casero es poco estable cuando solo en condiciones extremas (ej: calentarlo a 120º C) disminuye de forma considerable", según explica Grupo de Revisión, Estudio y Posicionamiento de la Asociación Española de Dietistas-Nutricionistas.

La vitamina C se oxida y es sensible a la luz solar y al calor, no obstante, "las pérdidas son insignificantes en temperatura ambiente y condiciones normales", dice Nuria Abia, nutricionista de Ómica. No hace falta que se beba al mismo tiempo que se va exprimiendo y "tampoco sufre ninguna alteración grave si se exprime la naranja y se conserva en el frigorífico", añade Abia, porque la vitamina C se conserva "perfectamente en el zumo durante varias horas, aunque sí que se puede apreciar un sabor más amargo".

*-La naranja es el alimento con mayor vitamina C*

✘ Falso

"Hay otras frutas que contienen más concentración de vitamina C en proporción a la cantidad", rectifica la nutricionista de Ómica. Lo que sucede es que la "popularidad de la naranja y lo habitual que es en la alimentación diaria la hace un buen complemento. El perejil, por ejemplo, tiene una concentración casi tres veces superior, pero uno no puede ingerir la misma cantidad de perejil que de naranja".

Esta es una tabla de alimentos con alto contenido en vitamina C:

Fuente	Vitamina C (mg/100 g)	Fuente	Vitamina C (mg/100 g)	Fuente	Vitamina C (mg/100 g)
Ciruela Kakadu	3100	Brócoli	80	Pomelo	30
Camu Camu	2800	Grosella	80	Frambuesa	30
Escaramujo	2000	Coles de Bruselas	80	Mandarina	30
Acerola	1600	Caqui	60	Espinacas	30
Guayaba	300	Fresa	60	Col cruda	30
Grosella negra	200	<b>Naranja</b>	<b>50</b>	Mango	28
Pimiento rojo	190	Limón	40	Lima	20
Perejil	130	Melón	40		
Kiwis	90	Coliflor	30		

*-Las naranjas sacan más zumo si se meten antes al microondas durante diez segundos*

✓ Verdadero... ¡aunque no es recomendable!

Es cierto. “La pulpa se vuelve más endeble y la estructura debilitada favorece la extracción”, corrobora Abia. Es una práctica común para aquellos que quieran sacar una buena dosis de zumo, pero si lo que se pretende es preservar la vitamina C y las propiedades de la naranja, no es nada aconsejable. La nutricionista sentencia: “La ecuación es muy sencilla: Microondas = calor = más facilidad de perder la vitamina”. Además, “el zumo de naranja se ha de comer siempre que se pueda con pulpa porque es donde está toda la fibra”.

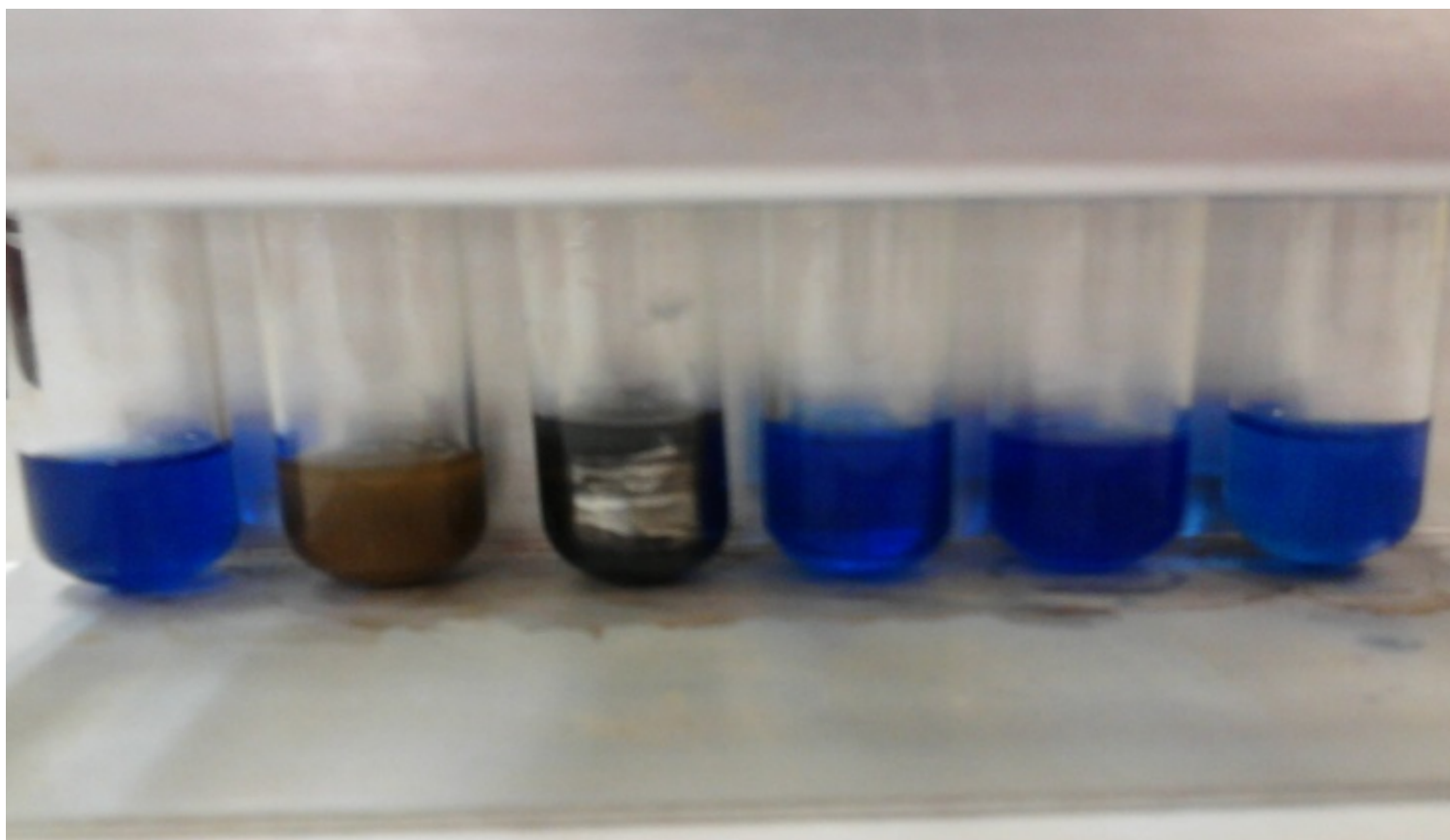
## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y PÁGINAS WEB:

---

[http://es.wikipedia.org/wiki/Vitamina\\_C](http://es.wikipedia.org/wiki/Vitamina_C)

<http://www.zonadiet.com/nutricion/vit-c.htm>

<http://www.depormeet.com/contenido/pierde-la-vitamina-c-el-zumo-de-naranja/393>



Revista nº 1 – 2014

I Concurso de Investigación Química

Colaboradores:



Asociación de Químicos de Castilla y León