

En el contenido de los fascículos que ya has visto, habrás podido confirmar que la química es parte de nuestra vida y que está presente en todos los aspectos fundamentales de nuestra cotidianidad. La calidad de vida que podemos alcanzar se la debemos a los alcances y descubrimientos que el estudio de la química aplicada nos ha dado. La variedad y calidad de productos de aseo personal, de alimentos enlatados, los circuitos de la computadora, la pantalla de la televisión, los colores de la casa, el frío de la nevera y la belleza de un rostro existen y mejoran gracias al estudio de la química.

En este capítulo te daremos más referencias sobre todos los aspectos de tu vida donde la química te sale al paso. Nuestra intención es que redescubras el mundo que te rodea, pero desde un punto de vista químico.



El mundo de la química

La química de todos los días

Colorantes que nos rodean...

El color es una de las características más frecuentes de los objetos y como tal nos permite diferenciarlos entre sí. Lo primero que mencionamos cuando se nos pide una descripción es el color. Esta propiedad de los materiales ha sido parte de la historia del ser humano y es por ello que la encontramos en el arte, en las vestimentas, en las paredes de las viviendas... Incluso se habla de que es posible curar a través del color, mediante la cromoterapia.

La cromoterapia es una técnica que utiliza luz blanca o de colores para generar bienestar en las personas que la reciben. La foto presenta diversos cristales de colores naturales que se usan en esta terapia.

Uno de los cristales de la figura es el cuarzo, un óxido de silicio que fue uno de los primeros minerales utilizados por el hombre prehistórico. El óxido de silicio se presenta bajo una gran variedad de colores y formas cristalinas. Los cristales transparentes más conocidos como el cristal de roca, el citrino (amarillo), la amatista (morado) y la turmalina (verde) son piedras semipreciosas ampliamente usadas en joyería. La variedad de sus colores depende de la forma cristalina la cual actuando como prisma, origina diferentes tonos que reflejan la luz de manera distinta.



Pero, ¿qué es el color?



El color es la propiedad que tienen los objetos de absorber y reflejar la luz visible. La radiación que constituye la luz visible puede incidir totalmente sobre un objeto y, a la vez, reflejarse parcialmente. Al ser reflejada, la radiación es captada por el ojo humano. La radiación, en una escala de energía cuantificada mediante valores de longitud de onda, puede ser discriminada por el ojo humano asignando a cada valor de longitud de onda un color (ver fascículo N° 20, mecanismo de la visión). Los valores de longitud de onda perceptibles por el ojo humano están en la región del espectro electromagnético denominada visible y corresponden a aquellos que están entre los 400 y 700 nm.

En 1672, Sir Isaac Newton descubrió que se podía separar la luz en diferentes colores mediante un prisma y notó que los tonos se organizaban de manera precisa formando el denominado espectro.

210

Los colores primarios son amarillo, azul y rojo y de sus combinaciones se obtienen el anaranjado, el violeta y el verde. La percepción del negro se traduce como la ausencia de color.



La dama y el unicornio. Tapiz de la Edad Media donde prevalecen los colores rojos y verdes. Museo Cluny, París, Francia.

¿De qué color se ven las cosas?

Si una sustancia absorbe una parte de la radiación del espectro visible, ésta se “verá” del color cuya radiación no es absorbida. Un objeto que absorbe la luz roja reflejará el resto del espectro visible y aparecerá como azul-verde.

Los compuestos orgánicos y los inorgánicos coloreados representan la química del color. La primera fuente orgánica de color que usó el ser humano provino de plantas e insectos, y la inorgánica de óxidos de metales como el hierro y el zinc. Estos colorantes o tintes naturales se han usado y se usan en productos tan variados como papel, alimentos, ceras, plásticos y textiles.

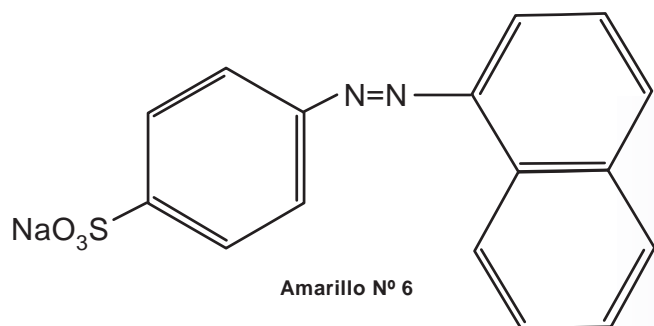
La práctica del teñido de telas desde hace millones de años ha sido una de las aplicaciones más importantes de los colorantes naturales. Las muestras más antiguas de tejidos coloreados datan de aproximadamente 1500 a.C.; sin embargo, hay evidencias de la aplicación de colorantes a telas desde mucho antes entre los pueblos egipcios, babilonios, hebreos, hindúes y chinos.

Los colorantes naturales orgánicos tienen en sus estructuras múltiples dobles enlaces conjugados y algunos se caracterizan por la presencia de heteroátomos como el nitrógeno y el oxígeno.

Presencia de nitrógeno, factor importante en los colorantes orgánicos

Hay una gran variedad de estructuras químicas asociadas con colorantes sintéticos y naturales pero, todas tienen en común estructuras altamente conjugadas y muy frecuentemente anillos aromáticos. Hay varias clasificaciones para los colorantes; la que es internacionalmente aceptada es aquella que los agrupa de acuerdo con su estructura química y está codificada en el "Color Index" según una numeración que identifica al "cromóforo": porción de la molécula responsable del color principal.

Dentro de la clasificación de los colorantes orgánicos nos encontramos con los denominados azoicos, que deben su nombre a la presencia del grupo funcional ($-N=N-$) azo, entre dos anillos aromáticos.



La mayoría de los colorantes sintéticos y alimentarios aceptados por la FDA son azoicos; entre ellos se encuentra el amarillo N° 6.

211

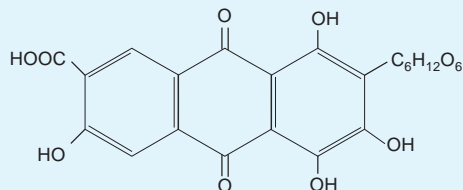
El índigo es un colorante que se aislaba de un árbol y actualmente es un producto sintético que se ha transformado en el color típico de los "jeans".



La cochinilla

La cochinilla (*Coccus cacti*) es un insecto que parasita las hojas del nopal o tunera. Tiene forma de grano rojizo-negro cubierto por un polvo blanco. Suele ser utilizada para conseguir tinte rojo. Con ese objeto es agrupadas en pencas en trapos que se sujetan a las hojas de las tuneras; cuando el grupo ha alcanzado su desarrollo (unos 8 milímetros), se recoge con un cepillo y se pone al Sol o se seca en hornos. El producto final, el insecto molido, se usa para teñir de rojo. La aparición de los tintes sintéticos hizo que su cultivo disminuyera bruscamente.

En la industria cosmética los productos naturales son preferidos por los consumidores como alternativa de los productos industriales.



Estructura del ácido carmínico, componente principal de la cochinilla

Uno de los colorantes naturales más antiguos es la cochinilla, que proviene de un insecto del mismo nombre.



Clasificación de los colorantes

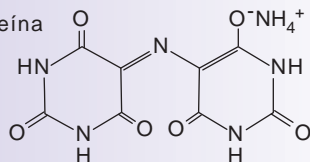


Ante la necesidad de obtener una mayor variedad de colores a la que provee la naturaleza, los químicos han acudido a procedimientos sintéticos. Tal es el caso del muréxido resultante de la reacción de los ácidos úrico y nítrico. Su nombre se derivó de su tonalidad, similar al púrpura extraído del molusco llamado Murex. Como el ácido úrico proviene de la orina de los animales, se ha limitado la producción del colorante. Es por ello que se considera la moveína, obtenida por Perkin, como el primer colorante sintético (ver fascículo N° 21).

Actualmente se encuentran en el mercado unos 80 000 colorantes que difieren en su composición, propiedades químicas y físicas. La clasificación de esta gran diversidad de compuestos se basa en la estructura o composición química del colorante. Esta clasificación agrupa a los compuestos según la naturaleza del cromóforo de la molécula (grupo de la molécula responsable del color observado). Además, existe otra clasificación de los colorantes que toma en cuenta el uso y los materiales a los que están destinados. Este criterio se aplica para lo que se conoce como clasificación tintórea.

La tabla siguiente muestra los principales tipos de colorantes según su aplicación y algunas de sus características más importantes.

Estructura de la moveína



212

Clasificación tintórea

Clase	Características	Tejidos sobre los que puede ser aplicados
Ácidos	Compuestos solubles en agua que forman especies aniónicas. En su mayoría contienen grupos ácido sulfónico (-SO ₃ H) o carboxílico (-COOH).	Lana y seda
Básicos	Compuestos solubles en agua que forman especies catiónicas que contienen grupos aminos (-NH ₂).	Acrílicos, nylon, y poliésteres modificados por grupos ácidos
Directos	Compuestos solubles en agua. Se aplican en baños neutros en presencia de electrolitos adicionales. Se unen a la tela por interacciones de diferente tipo.	Algodón, lino, rayón
Dispersos	Compuestos no iónicos insolubles en agua. Para teñir se aplican finamente dispersos en agua sobre fibras hidrofóbicas en las que quedan atrapados.	Nylon, poliéster, acrílicos
Reactivos	Reaccionan con la fibra formando enlaces covalentes. Poseen en su estructura grupos derivados de la triclorotriazina.	Algodón, lana o nylon
Colorantes de tina	Compuestos que en su forma oxidada son insolubles en agua y que al ser reducidos dan origen a una especie soluble que es utilizada para teñir. Luego de fijados, los colorantes en la tela son reoxidados para dar nuevamente la forma insoluble, muy resistente al lavado.	Algodón, rayón, lana
Mordientes	Compuestos que forman complejos con metales. La tela es tratada con una solución básica de un metal o "mordiente" que se precipita sobre la tela como un hidróxido metálico. Posteriormente se aplica el colorante que se une firmemente al metal.	Lana

Fijando el color en la fibra

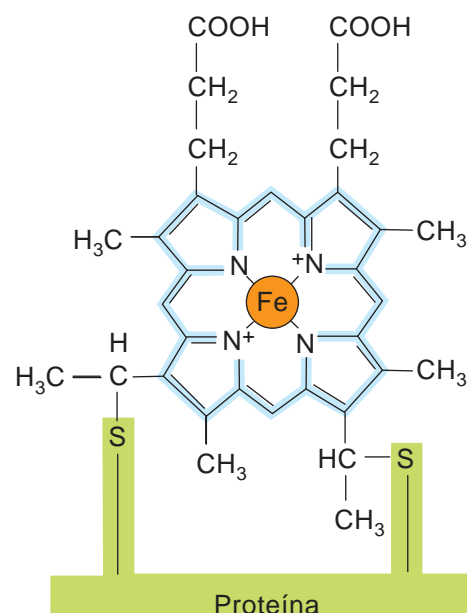
Los colorantes son retenidos sobre las telas mediante diversos tipos de interacciones intermoleculares, tales como interacciones electrostáticas, fuerzas ión-dipolo y enlaces covalentes que son los más estables. Estas interacciones dependen de los grupos funcionales presentes en la molécula del colorante, así como de los que se encuentren en la fibra y determinan la afinidad del colorante con el tejido, su aplicabilidad y la resistencia a ser removido durante el lavado.

Pigmento: El color que no se disuelve

Una de las propiedades de los elementos conocidos como de transición es que forman una gran gama de compuestos coloreados. Anteriormente, a las sustancias inorgánicas insolubles en agua se les llamaba pigmentos. En la actualidad se define como pigmento a las sustancias insolubles, las cuales comprenden una gran variedad de estructuras orgánicas policondensadas (aparte de pigmentos inorgánicos), que requieren de aglutinantes para fijarse. Se preparan por precipitación de un colorante sobre un sustrato reactivo, por ejemplo, sales de aluminio. Los pigmentos no son afectados física o químicamente por el medio al cual se incorporan. La diferencia fundamental entre colorantes y pigmentos es su solubilidad.

¿Sabías que el grupo hemo es parte de un pigmento natural responsable del color rojo de la sangre?

El grupo hemo es parte de una molécula gigante con un esqueleto tipo porfirina, que es componente de la hemoglobina y donde se une a una molécula de oxígeno. La diferencia de color entre la sangre arterial y la venosa es debida a que absorben luz de longitud de onda diferente.



213

La siguiente tabla contiene algunos de los pigmentos inorgánicos más conocidos, el o los compuestos químicos que lo originan y sus usos.



Pigmento	Compuestos	Usos
Azul de Egipto	Silicato de cobre y calcio	Lo usaron los egipcios en sus monumentos
Verde de cromo	Cr_2O_3	Usado en esmaltes
Óxido de hierro rojo	Fe_2O_3	En la industria de la construcción
Amarillo de plomo	PbCrO_4	Líneas de señalización en las carreteras
Blanco de titanio	TiO_2	Pinturas de exteriores

Colorantes de alimentos

Seguramente has escuchado la frase que dice que la comida entra por los ojos. En realidad es el color el que induce a relacionar el alimento con su calidad y de esa manera a conectarlo directamente con el sabor. Con el advenimiento de los métodos de conservación de alimentos, los colorantes naturales fueron sensibles a los procesos de esterilización alterando sus estructuras y con ello sus colores. Por esa razón fue necesario sustituirlos por otros colorantes más estables: los colorantes sintéticos. En todo caso, siempre se recomienda el uso de colorantes naturales sobre los sintéticos porque se considera que los efectos negativos sobre el ser humano son menores.



Flores de azafrán

Colorantes naturales

Caramelo

El caramelo se produce de forma natural al calentar productos ricos en azúcares. Lo encontramos en muchas bebidas de cola, ron, coñac. Tiene, además, usos en repostería, en la fabricación de caramelos, de cerveza, helados, postres, sopas preparadas. Es el colorante más utilizado en alimentación: representa más del 90 % del total de todos los empleados.

Curcumina

Es el colorante de la rizoma de la cúrcuma cultivada en India. Se usa como colorante y aromatizante. La curcumina es un componente fundamental del curry, especie a la que le confiere el color amarillo. La encontrarás como colorante de mostazas y en los derivados lácteos.



Secado de la cúrcuma en India.

La tartrazina o amarillo N° 5 la encontrarás en las bebidas refrescantes; es la que confiere el color "limón". Sustituyó al azafrán como condimento para paellas y está presente en la mayoría de las golosinas. Existe una alerta ya que estudios clínicos han indicado que la tartrazina produce alergias, somnolencia y modificaciones en la conducta.

Colorantes alimentarios sintéticos

Frecuentemente se oye decir que todo lo de origen químico o sintético causa cáncer y/o es tóxico: esta afirmación es errónea. En cualquier caso, las cantidades de los compuestos y el tiempo de exposición a ellos son los responsables del efecto. Dentro de los aditivos alimentarios sintéticos, los colorantes son los que han generado mayores controversias sobre su toxicidad en el ser humano. En la mayoría de los países ha sido limitado su uso, mientras que en otros la ley los ha restringido.

Las autoridades sanitarias son muy celosas con la permisología para los colorantes y suelen prestar atención a las concentraciones máximas a emplear en cada caso. Lo que no pueden controlar las autoridades es la frecuencia con la que se consume el alimento pues ello está en manos del buen criterio del consumidor. Cada país tiene sus propias regulaciones, pero en general toman como patrón a las emitidas por la FDA (EE.UU.) o por la ECC de la Unión Europea.



Colorantes de alimentos

En otros alimentos podrás leer también el nombre de nuevos colorantes:

Colorante	Usos
Negro brillante BN	Se encuentra en el caviar.
Amarillo N° 6	Es el color naranja de refrescos, bebidas alcohólicas, conservas vegetales y helados.
Eritrosina	Es el colorante en los postres lácteos con aroma de fresa.
Azul patentado	Colorea de verde a los alimentos al combinarlo con colorantes amarillos. Lo vemos en las guindas verdes, mermeladas, caramelos y bebidas.



Niña con zarcillo de perlas.
Jan Vermeer (1632-1675).

215

Interesante

Muchas veces cuando vemos un monumento histórico nos preguntamos por la fecha en que fue construido y, si está bien conservado, qué ha hecho posible que haya sobrevivido a los embates del tiempo y a la contaminación de la vida moderna. Muchas son las instituciones que se preocupan por la preservación de los patrimonios culturales de las naciones. En nuestro país esa responsabilidad recae sobre el Instituto de Patrimonio Cultural (IPC). Los restauradores utilizan pegamentos, siliconas y pigmentos para reparar y proteger edificaciones y obras de arte. Seguramente escuchaste sobre estos compuestos cuando la estatua de María Lionza fue trasladada para su restauración.

El restaurador no sólo repara obras de arte sino que estudia el comportamiento de las mismas a lo largo del tiempo. Su papel es clave en el reconocimiento de alteraciones o falsificaciones de piezas artísticas. Un ejemplo es el sonado caso de las falsificaciones de las obras del famoso pintor holandés Jan Vermeer. La fechoría era cometida por un comerciante de pinturas conocido como Han Van Meegeren, quien falsificaba las obras raspando los pigmentos antiguos o mezclando la tinta con fenol y formaldehído para transformarlos en baquelita que al hornear la pieza los hacía duros e insolubles como los colores antiguos. Si bien este delincuente conocía a la perfección las técnicas de falsificación, cometió errores al emplear pigmentos como el azul de cobalto, sintetizado en el siglo XVI pero industrializado en el siglo XIX, y al usar baquelita.



Una de las técnicas utilizadas para separar componentes de mezclas es la cromatografía. Se basa en el principio de la distribución de sus componentes entre dos fases, una estacionaria y una móvil. Un tipo de cromatografía es la de papel en la que el agua absorbida por éste es la fase estacionaria y la móvil es una mezcla de solventes como alcohol-agua, amoníaco-agua, etc. La separación de los componentes se logra cuando hay diferencias de movilidad de cada uno de ellos, por ser retenidos en mayor o menor grado por la fase estacionaria.

¿Cómo separar los colorantes?

Materiales:

- Un papel absorbente (mejor papel de filtro) rectangular de 10 cm por 15 cm.
- Caramelos de diferente color.
- Colorantes para tortas.
- Vinagre (o ácido acético, el cual diluirás hasta el 10 % en agua).
- Palillos de dientes (o capilares de vidrio).
- Un vaso recto de unos 12-14 cm de alto (también puede ser un vaso de precipitados).
- Un rectángulo de plástico de cocina o una bolsita de plástico suficientemente grande como para tapar la boca del vaso.
- Una liguita, dos clips, lápiz, regla.

¿Qué vas hacer?

- **Prepara el papel:** sobre el papel traza con un lápiz, en el lado más ancho, una línea a un centímetro de cada borde. En una de las líneas marca puntos separados centímetro y medio uno del otro a partir de un centímetro del borde perpendicular a la línea.
- **Prepara la “cámara”:** en el fondo del vaso coloca con cuidado una cantidad de vinagre o de solución de ácido acético hasta alcanzar una altura de medio centímetro. Tapa el vaso con el plástico y deja que se sature la atmósfera dentro del vaso; eso toma unos 10 minutos.
- **Prepara las muestras** que contienen los colorantes a separar en cucharillas de café. Si son caramelos, disuelve cada uno por separado en una pequeña cantidad de agua hasta obtener una solución coloreada. Diluye una gota de cada colorante de torta con dos gotas de agua.
- **Aplica las muestras:** con un capilar diferente en cada caso (o un palillo) aplica una mínima cantidad de cada solución de colorante sobre los diferentes puntos que has marcado en el papel. Deben verse los puntos coloreados. Deja secar el papel durante unos 5 minutos.
- **Arregla el papel:** enrolla el papel por el lado mayor, con los puntos coloreados hacia afuera formando un tubo de modo que las manchas queden visibles. Asegura el rollo con los dos clips.
- **Comienza el desarrollo cromatográfico:** introduce el tubo dentro del vaso que recién has destapado con cuidado de no tocar las paredes y de que queden las manchas en la parte inferior. Repón rápidamente el plástico y asegúralo con la liguita. Las manchas deben quedar fuera del borde del solvente que está en el vaso. Espera a que el solvente ascienda por el papel hasta la raya superior.
- **Lee el cromatograma:** cuando el solvente haya alcanzado la raya superior saca el papel del vaso, extrae los clips y déjalo secar al aire. Eso toma unos 15 - 20 minutos. Ese papel con las manchas es el “cromatograma”.

Con la regla mide la distancia recorrida por el solvente y por cada mancha en ellas utiliza el sitio de mayor concentración de colorante para definir el camino recorrido. El cociente entre la distancia de una mancha y la distancia del solvente se conoce como R_f y es un valor típico para cada compuesto y con una combinación particular de solventes y tipos de papel.

- Es posible que en el primer intento no se visualicen bien las diferentes manchas, por lo que será necesario repetir el experimento ajustando concentraciones de la muestras y del ácido acético.
- **Discusión:** ¿Se puede verificar si alguno de estos colorantes son iguales a los utilizados para las tortas? ¿Es posible averiguar cuántos colorantes contienen los caramelos? ¿Corresponde cada mancha a un solo colorante?