



# ¿QUE HAY EN TU CAJA DE PINTURAS?

Por Jeff Deakin

Desde las pinturas rupestres de la prehistoria hasta las obras maestras de la actualidad, crear arte con pintura parece ser un impulso fundamental en el ser humano. La clave para pintar es el pigmento, la sustancia que le da color a la pintura.

Pero encontrar pigmentos que sean a la vez coloridos y duraderos es un gran desafío. Sin embargo, los humanos han recolectado muchas sustancias durante los últimos siglos que les permiten expresarse en pintura.

Un **pigmento** es una sustancia, insoluble en agua o en el medio líquido de la pintura, que imparte color. Históricamente, los compuestos inorgánicos se usaban para infundir color en la pintura, aunque ahora hay disponible una amplia gama de pigmentos de base orgánica.



Pintura rupestre primitiva en el Parque Nacional Serra da Capivara, Brasil.

## PIGMENTOS INORGÁNICOS

El ocre rojo, hecho de óxido de hierro(III), es un pigmento natural en los suelos de todo el mundo. Conocido por haber sido utilizado para decorar el cuerpo o los huesos en los rituales de entierro durante los tiempos Paleolíticos hace aproximadamente 350,000 años, es posiblemente uno de los primeros pigmentos utilizados por el hombre. Otro pigmento primitivo fue el carbono elemental que se encuentra en el hollín de la madera o los huesos quemados.

La siená cruda es un pigmento de tierra natural de color marrón amarillento, compuesto principalmente de óxido de hierro y óxido de magnesio. Cuando se calienta se vuelve más rojo y se llama siená tostada.

El azul cobalto, del mineral de aluminato de cobalto, se introdujo en la cerámica china hace siete siglos. Otro pigmento azul, llamado azul ultramar, se hizo triturando la piedra preciosa mineral, el lapis lazuli, y extrayendo un polvo azul.

El maestro holandés de la Edad de Oro, Johannes Vermeer, usó azul ultramar para crear su pintura "La niña con un arete de perlas". Él aparentemente amaba tanto el color azul que casi se arruina al comprar grandes cantidades de la costosa pintura. Todavía es bastante caro y se vende a más de \$800 por onza en sitios web de arte.

Una serie de pigmentos inorgánicos contenían compuestos de metales pesados que son tóxicos, por lo que algunas pinturas que los contienen tienen un uso limitado o ahora están prohibidos. Estos incluyen compuestos de plomo, cadmio, uranio y cromo.

## PIGMENTOS ORGÁNICOS

Los pigmentos orgánicos son preferibles porque están libres de estos problemas y también tienden a ser más brillantes e intensos. Muchas pinturas modernas, comercialmente disponibles y con calidad de artista,



SHUTTERSTOCK

como el acrílico, el óleo y las acuarelas, utilizan los pigmentos orgánicos sintéticos.

El rojo de alizarina es un pigmento natural extraído de las raíces del género de la planta de granza. Se ha utilizado desde la época del antiguo Egipto. Se encontró tela roja teñida con alizarina en la tumba del rey Tutankamón en Egipto. En los tiempos modernos, la alizarina se ha alterado químicamente para producir azules y verdes vívidos.

El índigo es otro pigmento natural con un color azul distintivo, derivado de las plantas de índigo y glasto. Se utilizó por primera vez en la India y pronto se extendió a Europa a través del comercio. También era conocido en el Perú antiguo.

Un costoso tinte rojo llamado rojo carmín es otro ejemplo de un pigmento derivado de la naturaleza. En este caso se extrae de los insectos cochinilla. Este insecto produce ácido carmínico que ahuyenta a otros insectos. Luego, el ácido carmínico se mezcla con sales de aluminio o calcio para hacer tinte carmín, también conocido como cochinilla.

A medida que los químicos aprendieron más sobre la manipulación de estructuras orgánicas y la síntesis, se produjeron una serie de pigmentos orgánicos sintéticos. Uno de los primeros en ser descubierto fue el azul de Prusia, hecho por accidente cuando un químico alemán mezcló cochinilla con sangre, potasa y sulfato de hierro(III) para formar hexacianoferrato(II) de hierro(III).

A medida que la química moderna avanza y se descubren y refinan más elementos químicos, los químicos crean pigmentos a base de cadmio, cromo, titanio y

otros metales de transición. El proceso de inventar nuevos pigmentos continúa hoy. Por ejemplo, un nuevo pigmento azul (llamado Azul YInMn) fue creado en el 2009 por investigadores de la Universidad Estatal de Oregón en Corvallis, Oregón. Hecho de los elementos itrio, indio y manganeso, ahora está disponible comercialmente. Y, en el 2019, los químicos del Instituto de Tecnología de Massachusetts en Cambridge, Massachusetts, desarrollaron un pigmento negro 10 veces más negro que el récord anterior, poseedor del pigmento más negro. Estaba hecho de nanotubos de carbono.

## HACIENDO PINTURAS

Las pinturas modernas al óleo y acrílicas producidas para artistas se componen de un aglutinante, un pigmento y un medio líquido. El aglutinante y el pigmento están suspendidos en el líquido. El aglutinante hace que el pigmento se adhiera a la superficie a ser pintada.

En la pintura al óleo, el aceite de linaza es a la vez aglutinante y líquido. El aceite de linaza tiene grandes moléculas insaturadas que se unen (polimerizan) al exponerse al oxígeno del aire a medida que la pintura se seca lentamente, lo que hace que los pigmentos se adhieran al lienzo.

En la pintura acrílica, que también se conoce como látex en los Estados Unidos o emulsión en el Reino Unido, el líquido es agua y el aglutinante es un derivado de ácido acrílico, generalmente el éster, acrilato de metilo.

Una vez que se ha aplicado la pintura acrílica, se seca en una serie de pasos. Cuando se expone a la atmósfera, el agua se evapora o se absorbe en la superficie de la pintura. Es entonces cuando los monómeros del aglutinante entran en contacto directo y se fusionan entre sí formando un polímero transparente.

Las partículas de polímero transparente se organizan en una estructura hexagonal estable, atrapando el pigmento en su lugar y dando como resultado una película de pintura que es extremadamente estable, resistente al agua, permanente y vibrante.

Las emulsiones son suspensiones coloidales. Un **coloide** es una suspensión homogénea de moléculas grandes, o partículas sólidas muy finas de una sustancia dispersa en otra sustancia, que es líquida.

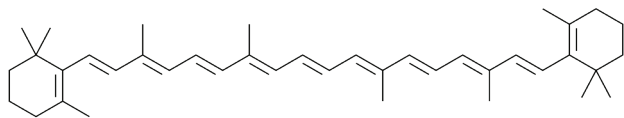
Un coloide se diferencia de otras suspensiones en que las partículas no se pueden eliminar por medios físicos, como la filtración o el uso de una centrifuga, y no se asientan por gravedad. Los geles (como la gelatina) y los soles son otros ejemplos de coloides.

La pintura de acuarela consiste en un pigmento disperso en una suspensión de aglutinante solidificado, que es soluble en agua para permitir que el pigmento se adhiera a una superficie pintada cuando

SHUTTERSTOCK



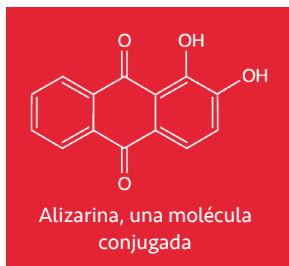




Una larga cadena de carbono conjugado en una molécula de  $\beta$ -caroteno.

energía más alto que da como resultado que solo se absorba una parte del espectro de luz visible.

Por el contrario, los iones de los metales del Grupo I y del Grupo II, como el sodio y el calcio, tienen capas de valencia más externas vacías. La absorción de luz en la región visible del espectro no es posible. La mayor parte de la luz se refleja y los compuestos parecen ser blancos o incoloros.



### ABSORCIÓN DE LUZ POR PIGMENTOS ORGÁNICOS

La parte de una molécula responsable del color se conoce como  **cromóforo**. En las moléculas orgánicas, un cromóforo se encuentra donde hay una secuencia de enlaces covalentes simples y dobles alternados. Tal secuencia se conoce como **conjugación**.

La longitud de algunos enlaces carbono-carbono en los experimentos también muestra que las moléculas con un esqueleto de conjugación más largo absorben energía a longitudes de onda más largas que aquellas con una conjugación menos extensa.

Cuando esta energía es absorbida, promueve los electrones a un estado excitado. Esto nuevamente conduce a la absorción selectiva del espectro de luz visible que da como resultado el color reflejado.

Por lo tanto, muchas sustancias

con pocos enlaces conjugados, como el benceno, parecen incoloras porque absorben en la región ultravioleta del espectro fuera del rango de la luz visible. El cromóforo en el  $\beta$ -caroteno, sin embargo, absorbe en el extremo azul del espectro visible y transmite luz en las áreas roja y naranja, que se encuentran en longitudes de onda más largas.

Es la larga cadena de carbono conjugado en el  $\beta$ -caroteno la que imparte un fuerte color amarillo-anaranjado a los vegetales, como las zanahorias y las calabazas de invierno, y a las frutas, como los albaricoques y los cantalupos.

Los efectos de la conjugación pueden verse en muchos otros pigmentos orgánicos.

La alizarina es el pigmento principal de la pintura roja conocida por los artistas con los nombres de Rojo violáceo o Carmesí de alizarina. La alizarina, inicialmente producida a partir de la raíz de la planta grana, fue uno de los primeros tintes naturales producidos sintéticamente en 1869, lo que llevó al colapso del mercado del tinte de su fuente natural.

El profundo color azul marino del índigo también se debe a la conjugación. En 1831, el renombrado artista japonés Hokusai usó



pintura pigmentada con azul de Prusia e índigo para representar una escena costera dramática en "La gran ola en Kanagua".

Más tarde, un alemán ganador de un premio Nobel, Adolf von Baeyer, determinó la estructura del índigo en 1870, aunque no fue hasta principios del siglo 20 que la producción industrial de índigo sintético, comenzó a reemplazar su fuente natural.

En el mundo moderno, los compuestos azoicos son un agente colorante sintético común que se usa en pinturas, textiles, productos farmacéuticos, alimentos y cosméticos. El químico alemán August Kekulé fue el primero en identificar los compuestos azoicos, que tienen enlaces dobles entre los átomos de nitrógeno.

El grupo azoico puede unirse a grupos aromáticos que producen moléculas con sistemas conjugados extendidos, que actúan como cromóforos e imparten una coloración vibrante roja, naranja o amarilla.

### LA QUÍMICA ABRE UN MUNDO DE COLOR

Si bien los pigmentos de la tierra, como el ocre, el carbón y la siena tostada, permanecen en nuestras cajas de pintura y paletas de arte, muchas cosas han cambiado con el tiempo. A medida que los químicos descubrieron nuevos elementos y descubrieron los secretos de cómo los átomos y las moléculas interactúan con la luz, se crearon muchos tipos de pigmentos y pinturas.

Desde la década de 1800, los avances en la química orgánica industrial revolucionaron la gama de colores, intensidad, permanencia, seguridad, disponibilidad y asequibilidad de los pigmentos y pinturas modernos.

Entonces, la próxima vez que pintes una escena en acuarela o admires "La noche estrellada de Van Gogh", agradece a un químico.

**Jeff Deakin**, un exprofesor de química y física de escuela superior, es escritor científico y miembro de la Sociedad Real de Química en el Reino Unido.

### REFERENCIAS

Cooper, R.; Deakin, J.J. *Milagros botánicos: la química de las plantas que cambió el mundo*. CRC Press, Grupo Taylor and Francis: Boca Ratón, Fla., 2016; Capítulo 7, págs. 189–233.

Sequin-Frey, M. química de los tintes vegetales y animales. *Revista de Educación Química*. 1 de abril de 1981: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed058p301> [consultado en diciembre de 2022].

Lambourne, R., Strivens, T.A., Eds. *Pinturas y Recubrimientos de Superficies: Teoría y Práctica*, Segunda edición. Publicaciones Woodhead, Ltd.: Cambridge, Reino Unido, 1999.