
Resumen de fotoquímica holográfica

MAS 450/854

Introducción

En el curso de holografía, utilizamos exclusivamente placas de “haluro de plata” como medio fotosensible. “Haluro de plata” (a veces referido como AgH) es un término que incluye cloruro de plata (AgCl) y, más comúnmente, y también para nuestras placas, bromuro de plata (AgBr). Estas placas están cubiertas por una emulsión de gelatina (desperdicios de animales, como la gelatina comestible de frutas) en la que hay suspendidos granos de cristales de haluro de plata.

Estos granos de haluro de plata son sensibles a la luz. Cuando se expone a la luz una placa, unos fotones de la fuente de luz atraviesan de la emulsión. De vez en cuando, un fotón choca contra un grano de plata. Si un cierto número de fotones golpea a un grano, se forma en éste una pequeña zona de plata metálica. Piense en esta zona como si fuese una marca en un grano de haluro de plata. Las probabilidades de que un grano quede marcado dependen del tamaño (área de superficie) del grano, la cantidad de luz y la duración de la exposición. En las emulsiones holográficas, los granos son muy finos (tienen un área de superficie pequeña) para poder reproducir franjas pequeñas, por lo tanto, no es muy probable que queden marcados, por lo que dichas emulsiones no son muy sensibles. En conjunto, los granos marcados forman una imagen “latente”: una estructura invisible, aunque registrada, en la emulsión.

Reveladores

Todo el procesamiento de nuestra placa comienza con el revelado. Los reveladores son responsables de transformar completamente los granos de plata marcados en plata metálica, que parece de color negro cuando es muy pequeña. Los

reveladores “aumentan” el efecto de la exposición y hacen que sea posible la fotografía, tal y como la conocemos hoy.

Durante el desarrollo de la clase utilizamos varios reveladores. El primero de ellos, D-19, es un revelador fotográfico comercializado. Es de “más baja” energía que otros reveladores que utilizamos (solamente puede producir resultados de menor contraste). De hecho, todos los otros reveladores tienen tanta energía que se mezclan y almacenan en dos partes; cuando se mezclan, las diferentes partes se consumen y agotan rápidamente.

La elección del revelador en dos partes se basa, principalmente, en cómo afecta al grosor de la propia capa de emulsión. Cuando se coloca una placa fotográfica en una solución de agua (como revelador), se hincha como una esponja. El revelador “pirogallol”, que en su mayor parte consiste en el agente revelador del mismo nombre, endurece la esponja en su estado hinchado, por lo que es difícil que vuelva a encoger. Debido a esta acción en los productos animales como la gelatina fotográfica, el pirogallol se denomina un revelador “curtiente”.

Por otra parte, el “PAA”, compuesto de fosfato sódico bibásico y ácido ascórbico, no endurece la emulsión. El grosor de la emulsión es libre de cambiar. El revelador “Ilford” es una combinación entre “pirogallol” y “PAA”, teniendo ambos “piro” y ácido ascórbico. El revelador Ilford está diseñado para mantener el grosor de la emulsión aproximadamente igual que antes de la exposición (cuando todavía estaba seca). No importa el tipo de revelador, el grosor final de la emulsión depende también de la acción del blanqueador (si es que se emplea alguno).

Baño de paro

Los reveladores son bases débiles. El siguiente paso en el procesamiento, el “baño de paro”, es un ácido débil (ácido acético). El baño de paro neutraliza el revelador y detiene el proceso de revelado.

Fijador

El “fijador” es un producto químico utilizado para eliminar el haluro de plata de una emulsión, dejando solamente la plata. En otras palabras, la imagen se “fija” o queda permanente. El principal ingrediente del fijador es el tiosulfato sódico. El procesamiento fotográfico convencional en blanco y negro utiliza una secuencia “revelar – parar – fijar” para revelar la plata y, posteriormente, eliminar todo el material fotosensible no expuesto. El procesamiento holográfico solamente utiliza un fijador si la placa no se blanquea (dejándole una “red de amplitud”), o si la placa va a ser blanqueada con un blanqueador “realogeneado”, como por ejemplo el agua de bromo (véase más adelante).

Blanqueadores

Los blanqueadores proporcionan al holograma moderno su brillo y eficiencia. Un blanqueador transforma una red de amplitud en un “red de fase”, que generalmente parece clara, pero que realmente contiene cambios en el índice de refracción que forman

una estructura de red independiente. Los blanqueadores transforman las zonas oscuras de la placa en zonas transparentes; el método exacto depende del tipo de blanqueador. Durante el desarrollo del curso utilizamos los siguientes blanqueadores:

- Transferencia física (EDTA sodio férrico o, simplemente, “blanqueador EDTA”): utiliza una placa sin fijar. Hace que la plata expuesta sea soluble, la convierte en haluro de plata y la vuelve a depositar en las zonas que ya tienen haluro de plata y, por consiguiente, “transfiere físicamente” material de una parte de la emulsión a otra. Debido a que en la emulsión se pierde poco material neto, el blanqueador EDTA se utiliza cuando la reducción se debe mantener en un mínimo.

- Blanqueadores inversos (bicromato potásico): cuando se ubica una placa no fijada (una que contenga plata y haluro de plata no expuesto) en un blanqueador inverso, la plata se hace soluble y es absorbida por la solución (o eliminada posteriormente), no dejando nada donde estaba antes la plata y dejando el haluro de plata tal como estaba. Provoca que la emulsión encoja.

- Blanqueadores realogenados (agua de bromo): utilizados con una placa “fijada” (una que solamente contiene plata en las zonas expuestas y que no contiene haluro de plata no expuesto). Transforma de nuevo la plata en haluro de plata. Se cree que el agua de bromo previene la recuperación depositando bromo adicional en la emulsión que previene que el haluro de plata se transforme de nuevo en plata cuando, con el tiempo, quede expuesto a la luz. El agua de bromo es un agente químico peligroso que debería ser manipulado únicamente bajo la capucha protectora. Provoca el encogimiento de la emulsión.

Lavado y secado

El lavado elimina los agentes químicos del revelado y los productos de la emulsión solubles en agua. El secado con metanol hace que el agua de la emulsión se reemplace gradualmente por alcohol, de secado más rápido. Utilizamos tres baños de soluciones de agua de metanol, que consisten en un 50%, un 75% y un 100% de metanol.

El color de los baños de alcohol se debe a tinturas sensibilizantes en la emulsión. El haluro de plata no es necesariamente muy sensible a las longitudes de onda de la luz que provienen de nuestros láseres, por lo tanto, se coloca una tintura en la emulsión que absorba esas frecuencias y que las rerradie en longitudes de onda a las que es sensible el haluro de plata. Algunas de esas tinturas no son muy solubles en agua, pero si lo son en baños de alcohol.

Miscelánea

La TEA (Trietilolamina) se utiliza para hacer crecer la emulsión de un holograma de reflexión antes de la exposición. La TEA es un líquido graso y espeso que se mezcla en partes pequeñas (de 0 al 10 por ciento) con iguales cantidades de isopropanol y agua. Se elimina en el revelador o en un prelavado en agua. La TEA

aumenta la sensibilidad de la placa: utilice unos dos tercios de su exposición normal cuando lo utilice.

Técnicas habituales de procesamiento

✓ Revelador D-19 ⇔ baño de paro ⇔ fijador.

Es la técnica que más se acerca al procesamiento fotográfico habitual. Contraste limitado. Hologramas de amplitud.

✓ Revelador Ilford ⇔ baño de paro ⇔ blanqueador EDTA. Limita la contracción de la emulsión; se utiliza para hologramas maestros, de transferencia de transmisión y de reflexión “roja” (o cuando se emplea la TEA para aumentar previamente).

✓ Pirogallol ⇔ paro ⇔ blanqueador de bicromato potásico (proceso en *Pyrochrome*).

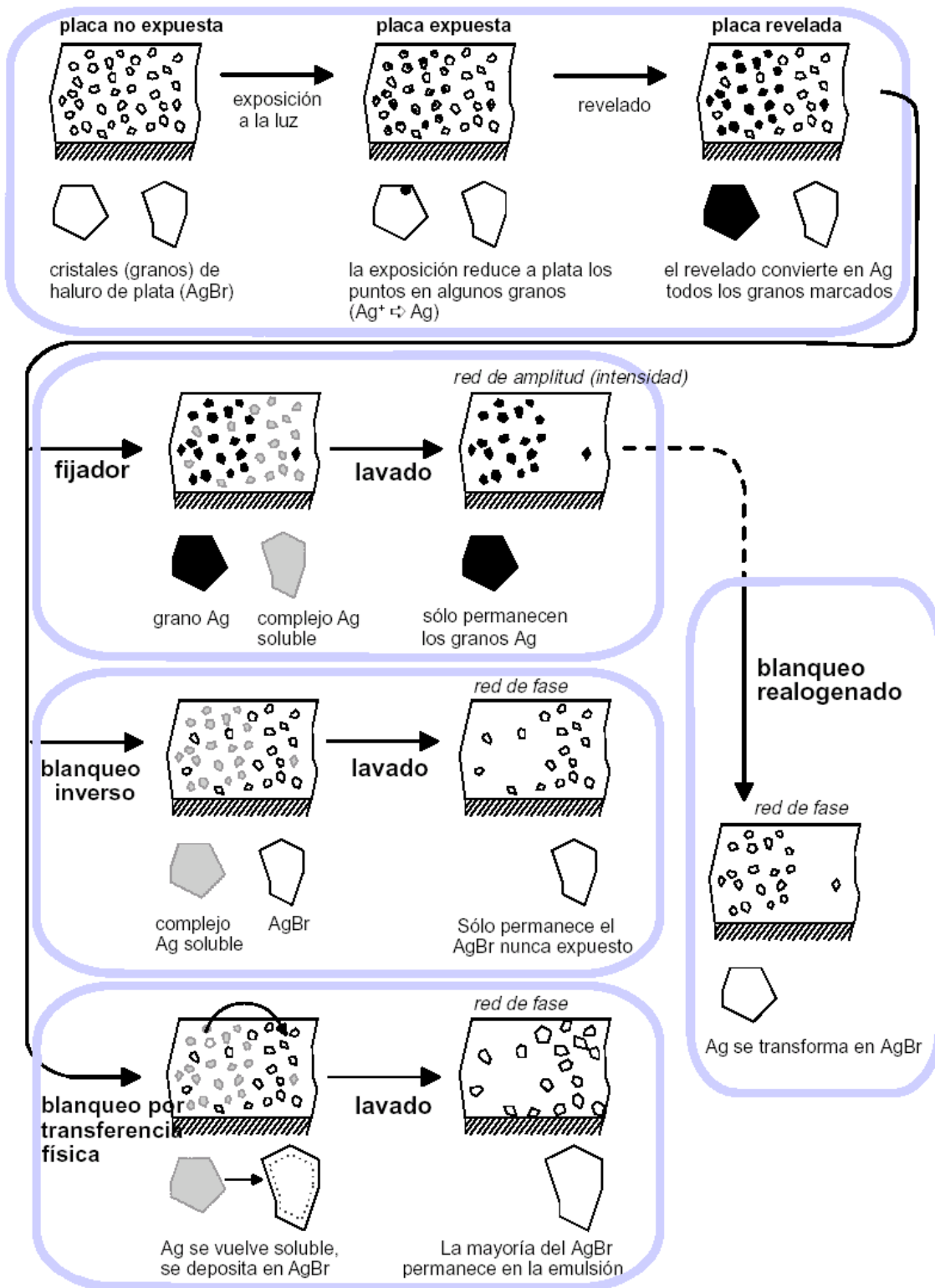
✓ Revelador Ilford ⇔ paro ⇔ bicromato potásico.

A veces se utiliza para hologramas de reflexión. El blanqueador provoca algo de contracción, produciendo hologramas naranjas. El ojo no es muy sensible al “rojo Helio-Neón”, por lo que los hologramas naranjas parecen más brillantes.

✓ Revelador PAA ⇔ paro ⇔ fijar ⇔ agua de bromo.

Utilizado en las transferencias de transmisión para maximizar la luminosidad y preservar la placa final de recuperaciones. Provoca una contracción que cambia el “ángulo punta” del holograma. Compensar utilizando un ángulo de referencia diferente (algo más pronunciado).

Fotoquímica holográfica: revelar, fijar y blanquear



M. Halle, 8 de octubre de 1998