

R.10434

N.º R. A. 985960

OBTENCIÓN

FC
1624/85

DE

ESTEREOFOTOGRAFÍAS

CON UN SOLO OBJETIVO DE GRAN ABERTURA

(PROCEDER DE BERTHIER É YVES)

POR

SANTIAGO RAMÓN Y CAJAL



MADRID

IMPRENTA DE LOS HIJOS DE M. G. HERNÁNDEZ

Libertad, 16 duplicado, bajo.

1910

Sin duda conocen nuestros lectores las curiosas fotografías estereoscópicas transparentes divulgadas hace algunos años por la casa americana F. Yves, y en las que la visión del relieve se logra de modo directo, sin interposición de estereoscopio aparente. Tan interesantes fotocopias, que reproducían bustos, calaveras, ramos de flores, etc., no son otra cosa que el resultado de la aplicación de un principio ingenioso imaginado hace años por Berthier (1896), y bien estudiado y llevado á la práctica por Federico Yves (1904).

Esta aplicación implica la realización de las operaciones siguientes:

1. Empleo, para tomar la negativa, de una cámara estereoscópica especial portadora de dos objetivos, de tal modo dispuestos que las regiones homónimas de ambas imágenes sean superponibles, aunque lateralmente desviadas.

2. Intercalación, durante la exposición á la luz, entre el objetivo y la placa, y, cerca de ésta, de un retículo lineal; es decir, de un cristal donde se han trazado rayas negras sumamente próximas y de anchura algo mayor (cerca de un tercio) que los intervalos claros. Merced á este sistema de rayas negras, las dos proyecciones son descompuestas en imágenes filiformes, paralelas y alternativas, lográndose una negativa combinada donde las figuras aparecen dobles y confusamente diseñadas.

3. Ejecución, en fin, con semejante fototipo, de una copia transparente, delante de la cual, y á corta distancia, se coloca el mismo retículo usado para la obtención del cliché. Si la coincidencia entre los intervalos de las fotografías filiformes y las consabidas rayas negras resulta perfecta, aparecerá con sorprendente claridad el relieve natural, á condición de examinar la prueba á contraluz y con el mismo alejamiento á que fué proyectada la doble imagen cuando se tomó la negativa.

Tan curioso efecto estereoscópico se explica bien, recordando

que, por causa de los eclipses producidos por las rayas, cada ojo sólo recibe la copia que le está destinada.

A pesar de la belleza de los resultados, tan interesante proceder estereoscópico ha sido poco empleado. Que nosotros sepamos, en España no lo ha ensayado nadie. En Inglaterra y Francia, por lo contrario, ha tenido algunos fervientes cultivadores. En esta última nación ha sido, sobre todo, asiduamente estudiado por Estanave (1908-1909), quien, bajo ciertos respectos, lo ha perfeccionado, haciendo, entre otras felices innovaciones, solidario el retículo de la placa sensible (*placas auto-estereoscópicas* de este autor), y aprovechando para fotocopiar el conocido principio de la inversión sobre que se basa la actual fotografía autocrómica.

En nuestro sentir el principal obstáculo á la vulgarización de este método estereoscópico no es la complicación de las operaciones ni el uso del retículo, que debe ser reproducido á cada prueba, sino la necesidad de recurrir á una cámara especial binocular, patentada, exclusivamente fabricada por F. Ives, y cuyo alto precio resulta incompatible con los modestos recursos del aficionado.

Por fortuna para los apasionados de la fotoestereoscopia, la cámara binocular de F. Ives no es indispensable, pudiendo ser reemplazada por otras disposiciones igualmente ó acaso superiormente adecuadas. Desde hace tres años (1907) estamos en posesión de buen número de pruebas estereoscópicas, tamaño 18 por 24, las cuales no parecen desmerecer de las originales fabricadas por el sabio americano, y cuya obtención logróse fácilmente aplicando, en condiciones especiales, un vulgar objetivo de retratos.

El material necesario para la ejecución de estas fotografías comprende: el *objetivo* y el *retículo*.

Objetivo.—Toda lente de gran tamaño cuyo diámetro alcance 6 1/2 á 7 centímetros, dará buenos resultados. Por consiguiente, los grandes objetivos Petzval ó Darlot, antiguamente usados para ampliaciones ó para la fotografía al colodion, y en rigor hasta los condensadores de los aparatos de proyección, podrán ser aprovechados, aunque naturalmente sean de preferir los grandes *planares* de Zeiss ó el gran modelo de retratos de Dalmeyer. Mas para que estas poderosas lentes lleguen á dar dos perspectivas superponibles, una según el ojo derecho, y otra según el izquierdo, hay que proveerlas de un diafragma bipupilar, es decir, de

un disco opaco con dos perforaciones angostas separadas entre sí de 6 á 6 1/2 centímetros, distancia normal de los ejes oculares. Separaciones menores de 5 y 4 y 3 centímetros, adolecen del defecto de atenuar demasiado el relieve; con todo eso, cabe emplearlas cuando el modelo sea muy pequeño y deba ser ampliado (estereofotografía de insectos, cristalizaciones, embriones ó pequeños órganos disecados, etc.)

Por lo demás, que un solo objetivo grande sea capaz de sustituir al doble objetivo de la cámara estereoscópica ordinaria, es un hecho bien conocido hoy gracias á las observaciones de Buguet, y sobre todo á los trabajos ya antiguos de Abbe y á los recientes de Moritz von Rohr, acerca de las variaciones de perspectiva producidas por la desviación lateral del diafragma ó pupila material. (Véase la teoría de Abbe acerca de la influencia de las *pupilas de incidencia y emergencia*.)

En realidad, toda lente que opera á plena abertura proyecta infinitas imágenes de perspectiva diferente, las cuales sólo parcial y algo confusamente coinciden en el cristal raspado. Eliminando las proyecciones laterales, es decir, limpiando, por decirlo así, la imagen central de imágenes parásitas é incoincidentes, es como el diafragma común aumenta el vigor y limpieza del detalle y la planimetría del dibujo. Merced al citado doble diafragma, de todas las posibles imágenes sólo dos son recogidas, si la separación de las aberturas con relación al eje del objetivo corresponde á la de nuestras pupilas. Ambas imágenes representarán perspectivas del objeto tan desemejantes y apropiadas para la síntesis mental estereoscópica, como puedan serlo las proyectadas por la cámara binocular común ¹.

¹ Esta imagen posee, vista en el cristal raspado de la cámara, una curiosa propiedad de que carecen las imágenes únicas centrales, así como las producidas sin diafragma. Consiste en exhibir un notable relieve, casi tan perfecto como el ofrecido por la imagen real del objetivo cuando, quitados el diafragma y el cristal raspado, contemplamos de lejos la proyección dentro de la cámara. Cuanto más fino es el grano del cristal más gana en corporeidad y finura la proyección.

Tan interesante propiedad de la doble imagen podría acaso aprovecharse para la proyección amplificada de cuerpos opacos fuertemente iluminados. Humedecido el cristal raspado ó sustituyéndolo con un papel glicerinado, el relieve se acentúa aún, si bien comienza á vislumbrarse el objetivo.

En el aparato de Ives la doble imagen no es superponible, ya que los puntos homónimos de ambos dibujos distan á menudo más de un centímetro, circunstancia que no deja de embarazar, en ocasiones, el acto de la convergencia de los ejes oculares y, por tanto, la apreciación del relieve. Mas operando con un solo objetivo, el apartamiento lateral de las imágenes es mucho menor, lográndose también para determinados planos del objeto cierta coincidencia perfecta ó casi perfecta. Naturalmente, los territorios situados delante ó detrás del plano coincidente dan copias dobles y tanto más desviadas cuanto más distantes se hallan del paraje enfocado.

Una serie de ensayos comparativos nos ha demostrado que el relieve varía cuantitativamente con la profundidad del plano enfocado ó de coincidencia de ambas imágenes. En general, consíguense los mejores resultados enfocando el plano más alejado del modelo. Si este enfoque, solidario como hemos dicho de la coincidencia, tiene lugar demasiado detrás del objeto, el relieve aumenta algo, pero á costa, naturalmente, del detalle, á menos de aplicar diafragmas pequeñísimos. La coincidencia pre-anterior proporciona también buen relieve, pero empequeñece la prueba. En fin, si la coincidencia se establece en la mitad del grueso del objeto, sólo mostrará corporeidad la mitad anterior de éste. En suma; el foco debe caer delante ó detrás del objeto.

En la fig. 1.^a mostramos de un modo muy esquemático la marcha de los rayos luminosos constitutivos de la doble imagen. Repírese que la extensión del campo donde la doble copia se proyecta con equivalente intensidad para obtener dos impresiones iguales, corresponde á una faja vertical central del cristal raspado. Conforme nos alejamos de este campo medio, una de las dos proyecciones domina.

Por consiguiente, en el momento de impresionar la negativa, se procurará que la imagen del objeto no abarque sino la mitad ó los dos tercios centrales de la total proyección. En el citado esquema sólo se ha reproducido la marcha de los rayos en la zona central ó de intensidad luminosa uniforme¹.

¹ Podría lograrse, empero, una iluminación uniforme del campo substituyendo los diafragmas redondos por diafragmas ovales, ó moviendo, durante la exposición, por delante del borde externo de aquéllos una pantalla de forma apropiada.

RETÍCULO.—Este órgano, indispensable para la ejecución de la negativa como para la apreciación del relieve en la prueba

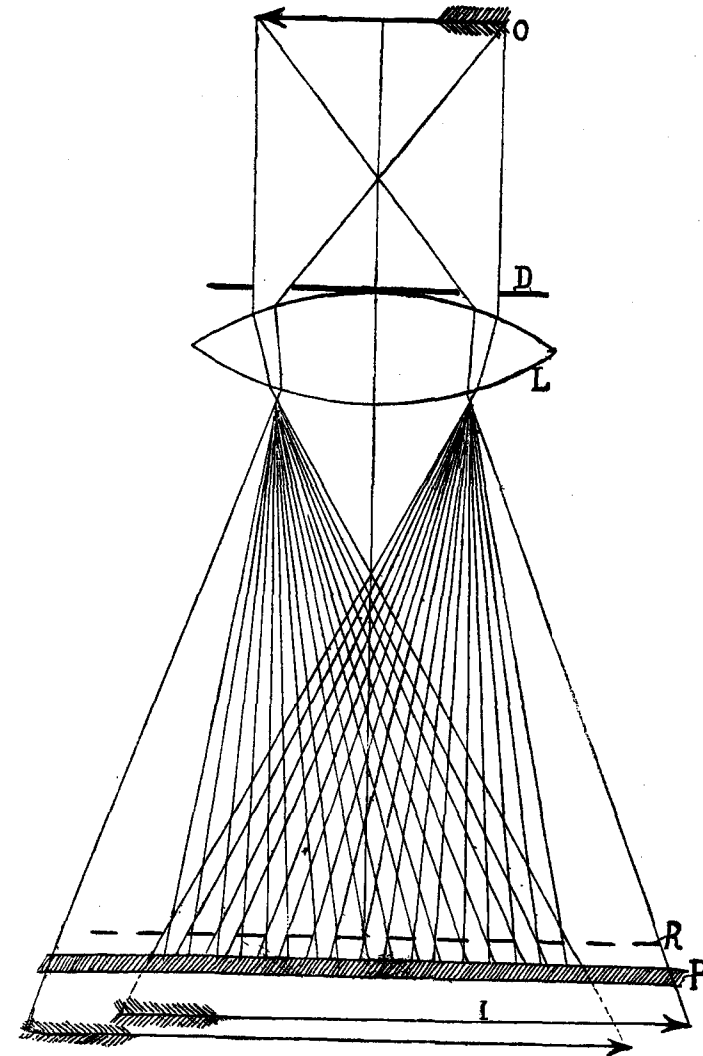


Fig. 1.^a—Esquema que muestra la formación de la doble imagen con un objetivo bidiafragma do. O, objeto; D, diafragma; L, lente; R, retículo; P, placa fotográfica.

acabada, representa, en realidad, el estereoscopio de los estereogramas ordinarios; sólo que se trata de un estereoscopio disimu-

lado para sorpresa del observador, que ve surgir el relieve sin ningún artificio sospechable y como por vía de encantamiento.

Nosotros usamos, á ejemplo de Ives, un retículo formado por cuatro ó cinco rayas en milímetro y en donde la anchura de los trazos supera cerca de un tercio la amplitud de los intervalos. Mayor número de rayas no es de aconsejar, porque aparecerían fenómenos perturbadores de difracción.

Este retículo, simple cristal con rayas, puede fácilmente fabricarse fotografiando un modelo de rayas trazadas en un papel ó una muestra apropiada del papel xilotipo usado por los dibujantes fotograbadores.

Por lo demás, dicho órgano importante puede encomendarse también al fotograbador. Combinando el uso de diafragma lineal ó prolongado¹ con el empleo de la retícula, este artista transformará fácilmente el enrejado de ésta en un cliché de líneas más ó menos espaciadas. De este cliché nos serviremos para copiar sobre placa transparente el retículo positivo.

Obtenido el retículo y montada en chasis la placa sensible, colócase aquél á una distancia variable entre $4/5$ y $1\ 1/4$ de milímetro. Esta separación depende, naturalmente, de la finura de las rayas, del alejamiento de los diafragmas excéntricos y de la longitud del fuelle. Con el obj. Planar Zeiss, 1 : 4,5, distancia focal 360 milímetros, largo del fuelle 45 á 50 centímetros, esta distancia (y, por tanto, el espesor del cartón que se intercala para fijarla) será de 1 milímetro, poco más ó menos. La imagen negativa se obtendrá con placas rápidas; pero la positiva exigirá el uso de emulsiones lentas de grano fino, al objeto de obtener transparencia y vigor en los detalles.

Ejecutada la fotocopia, se montará el retículo sobre ella, haciendo coincidir, por tanteos, las rayas claras del cliché con las oscuras de aquél. Excusado es advertir que entre ambos cristales se mantendrá, á favor de listones marginales de cartulina, la misma separación habida durante la impresión de la negativa. A este propósito, lo más sencillo y práctico consiste en pe-

¹ Para quien ignore el mecanismo de acción de la retícula del fotograbador, haremos notar que cada cuadrado ó punto luminoso de ésta funciona como un objetivo elemental, que proyecta sobre la capa sensible la forma de la abertura diafragmática. Si el diafragma afecta figura de rendija, las imágenes de cada punto se fundirán entre sí y generarán en la prueba líneas negras continuas.

gar, desde luego, á todos los retículos útiles la indispensable tira marginal de cartulina gruesa.

Tal es, en suma, nuestro modo de operar, simple variante del método de Berthier-Ives. Todo aficionado á la fotografía podrá cómodamente ensayarlo, sin más que aprovechar el material corriente. Los resultados, repetimos, son interesantes y cabe variarlos de diversas maneras. Así, con gruesos retículos y buena luz, es dable efectuar ampliaciones en el cuarto oscuro y lograr extensas pruebas transparentes¹.

Propuesta de un proceder estereofotográfico sobre cuerpos opacos en que la prueba es examinada por reflexión.—El proceder citado exige, naturalmente, examinar la prueba al trasluz, única manera de ofuscar por radiación la negrura de las líneas del retículo analizador y de prestar brillantez á la imagen. Si colocamos dicha estereocopia sobre papel ó sobre una superficie brillante, tan oscura aparece que nada se percibe. Por tal causa, el proceder de Ives, al modo de los métodos modernos de la fotocromía, es inaplicable á la obtención de fotocopias en papel, cartón ó porcelana. Añadamos, que el considerable peso de la prueba (compuesta de tres cristales superpuestos) resulta harto embarazoso y ocasionado á accidentes.

Muy de desear sería, pues, la invención de un proceder que nos permitiera emanciparnos de tales inconvenientes y mirar las pruebas estereoscópicas por reflexión como se examinan las imágenes positivas ordinarias, sin el aditamento del retículo, causa principal de la tenebrosidad del dibujo. Por desgracia, tamaño defecto parece en principio incorregible. Descartarlo, valdría tanto como prescindir de las bases mismas del sistema.

Reflexionando, empero, acerca de este problema, se nos ha ocurrido una disposición que consentiría, dentro de ciertos límites prácticos, examinar por reflexión y á la distancia normal de la

¹ Préstanse también los retículos á otros curiosos resultados. Mediante un retículo análogo al referido, Mr. Estanave ha fotografiado sobre cristal dos fases expresivas diversas de una misma fisonomía. Con un retículo cuyas rayas midan el doble de los intervalos, hemos conseguido imprimir tres imágenes diferentes, cada una de ellas visible solamente bajo un ángulo especial. Esta inscripción múltiple se efectúa á favor de un objetivo ordinario muy diafragmado. Uno de los objetos ó fases de un movimiento se copia en la posición normal de la placa; y las otras dos oblicuando ésta á cada exposición en sentido crucial.

visión distinta (25 á 30 centímetros), pruebas fotoestereoscópicas de pequeña dimensión (tamaño de tarjeta ó de americana). Fúndase también este proceder sobre el principio de la segmentación en bandas filiformes de una doble proyección. Mas en nuestro proyecto, tales fajas son diferenciadas o analizadas á favor de un sistema de finas crestas ó prismas, cuyo ángulo variable, según los casos, no pasa de 16° á 18° , y labradas sobre cuerpo opaco (cartón, yeso, vidrio ópalo, etc).

La adjunta figura demuestra la posibilidad al par que la dificultad práctica del proyecto. (Fig. 2.^a)

Ella revela claramente que la citada superficie estriada es susceptible de fragmentar la imagen en fajas verticales y de enviar aisladamente á cada ojo una copia de la proyección que le está destinada. En efecto, nótese que la prueba correspondiente al diafragma derecho hállase estampada en las facetas derechas de las crestas y no puede ser contemplada sino por la retina derecha, mientras que la correspondiente al diafragma izquierdo queda registrada en las facetas siniestras y sólo será examinada por el ojo izquierdo. El trazado más conveniente de los ángulos de las crestas á fin de evitar la dualidad de impresión, lógrase fácilmente tirando desde puntos equidistantes de un plano ó de una superficie cóncava líneas cruzadas que rematen en ambas pupilas.

El prisma estará, pues, limitado por el ángulo $d e c$ (fig. 2.^a), formado por la intersección de las visuales, ángulo idéntico al $c D E$ y tanto mas ancho cuanto más nos acercamos al centro de la imagen. En la periferia (A), las crestas se alargan y afectan una dirección convergente hacia el punto interocular. Este alargamiento modérase mucho si la placa ó soporte de la imagen se incurva en canal, cuyo arco tenga por centro el mencionado paraje interocular. (Fig. 2, B).

Dicho ángulo, desgraciadamente demasiado agudo para la facilidad de la fabricación del soporte (16° á 20°) nos es inexorablemente impuesto por la distancia de la visión distinta (25 centímetros). Si aumentamos la abertura de los prismas, elevándola á 30° ó 35° , el área del relieve se angostará demasiado, desapareciendo, en virtud de causas fácilmente adivinables, de las regiones fronteras de cada ojo. Aumentando la distancia de proyección del objetivo (40 ó 50 centímetros de fuelle), ó lo que es lo mismo, alejando el punto de mira, sería preciso emplear crestas agudísimas, cuyas facetas, difíciles de tallar, apenas si podrían iluminarse con luz de frente ó de lo alto.

El precedente proyecto representa, excusado es advertirlo, mera solución teórica. Su realización obliga al empleo de un material de que no es fácil disponer. Por el pronto, fuera preci-

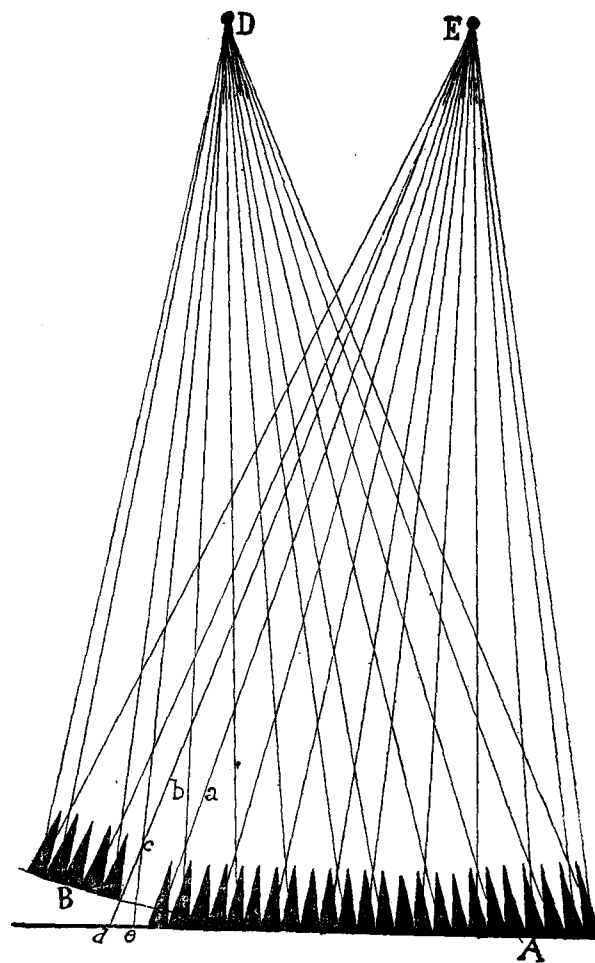


Fig. 2.^a—Esquema que muestra la marcha de los rayos visuales en el procedimiento de estereofotografía sobre cuerpos opacos. D, E, pupilas; A, cuerpo opaco tallado en estrias.

so mandar fabricar un objetivo de gran abertura y de corta distancia focal, algo así como un condensador acromático de los empleados en microfotografía. Y sobre todo habría que elaborar

el soporte de la materia sensible, ora plegando á máquina papeles ó cartones cubiertos de emulsión, ora moldeando sobre cuerpos opacos un modelo en metal de las finísimas crestas.

Tales placas serían impresionadas en la cámara oscura tras un objetivo bidiafragmado, según el proceder que dejamos expuesto; y una vez revelado, el cliché someteríase, al objeto de invertir la imagen, al baño de bicromato y ácido sulfúrico. Acaso pudiera también impresionarse la prueba proyectando desde puntos de vista algo apartados (6 1/2 centímetros) una pareja de negativas estereoscópicas comunes.

La gran dificultad estriba, sin duda, en labrar dichas crestas finísimas y evitar que la emulsión rellene por capilaridad los delicados intersticios.

Mas en tanto emprendemos los laboriosos ensayos encaminados á determinar hasta qué punto dicho proceder de estereoscopia sobre cuerpos opacos es abordable y útil, séanos lícito aconsejar el método más sencillo de Berthier-Ives. Practicado con la modificación apuntada, obtendremos pruebas excelentes, cuya ejecución resultará tan fácil y llana como puede serlo la de una positiva verascópica. Dicho proceder es susceptible de prestar positivos servicios para la demostración en cátedra de piezas anatómicas, modelos de aparatos, órganos de animales y plantas, cristalizaciones, etc.

Madrid, Marzo de 1910.