



¿Qué es un holograma?

Por *Concepción Pulido de Torres*



Holografía y fotografía están muy relacionadas. Una **holografía** se puede entender como una fotografía más compleja, que recoge más información del objeto que se quiere recordar.

Una **fotografía** se realiza haciendo incidir luz sobre determinados materiales fotosensibles o sensores fotoeléctricos que reaccionan ante su presencia. Si hay mucha luz en un punto, el material reaccionará de una determinada manera y la fotografía mostrará un punto claro y si hay menos luz, lo contrario, y habrá una zona oscura. El que un punto aparezca claro u oscuro en la fotografía depende de la intensidad de la luz que recibe el material directamente desde el objeto. Por lo tanto, una fotografía es realmente un mapa de intensidades de un solo haz de luz que llega al material fotosensible desde una sola dirección, a través de la lente que lo deja pasar. En la fotografía en color, las intensidades de los colores primarios se recogen por separado para poder reconstruir después la imagen con un aspecto más cercano al original.

Como vamos a ver, para obtener un **holograma** se utilizan **dos haces de luz**, y no solo uno. La intensidad no es la única magnitud con la que se puede jugar con la luz. Si con la fotografía grabamos la información que nos llega solamente de la intensidad de la luz, incluso en diferentes colores, no estamos utilizando otras magnitudes interesantes que pueden proporcionarnos información adicional.

Eso es precisamente lo que buscaba el físico húngaro, Dennis Gabor, cuando inventó la holografía en 1947. En 1970 fue laureado con el premio Nobel por este avance. En realidad, según su autobiografía, la encontró por casualidad cuando intentaba mejorar la resolución del microscopio electrónico. Su idea era obtener, y sobre todo grabar, toda la información que proporcionaba una imagen de microscopio. De ahí que cuando consiguió lo que quería lo llamó holograma, jugando con el significado de la palabra griega *holos*, completo, y *gramma*, mensaje.

Un holograma es completo porque recrea todo lo que ven los ojos: profundidad, tamaño, forma, textura y posición relativa, desde diferentes puntos de vista. La imagen obtenida con una holografía nos proporciona una reproducción completa tridimensional del objeto, no solamente una perspectiva del mismo como hace la fotografía. De hecho, si cortamos por la mitad una fotografía nos quedaremos con la mitad de la imagen mientras que si cortamos por la mitad la placa de una holografía seguiremos teniendo la imagen completa tridimensional ya que cualquier punto de la placa recoge toda la información necesaria para reproducir el objeto.

Para ilustrar esto, en la figura 1 se muestra el mismo holograma visto desde dos puntos de vista diferentes, desde dos perspectivas o ángulos.



Figura 1. Un mismo holograma visto desde dos ángulos o puntos de vista diferentes. Imagen en el dominio público, extraída de wikimedia.

Para realizar un holograma hace falta sacarle provecho al fenómeno de **interferencia de dos haces de luz**, jugar con la fase de la luz, para crear máximos y mínimos de intensidad diferentes a los que tendríamos si ilumináramos solo con un haz. Si al hacer una fotografía iluminamos y dejamos que la luz que llega del objeto interactúe directamente con el material fotosensible, en la holografía lo que vamos a grabar es cómo interactúa la luz que procede del objeto con otro campo de luz que le está llegando al mismo tiempo al material fotosensible. Como resultado, lo que se ve en un holograma es un patrón de interferencia de los dos haces y hay que iluminarlo de una forma especial para obtener la imagen holográfica que se encuentra grabada. En ambos casos se utilizan materiales fotosensibles depositados en lo que se denomina "placas fotográficas" aunque los materiales usados para uno u otro caso varían. Es decir, no se pueden realizar holografías con emulsiones fotográficas, hay que emplear otros materiales, **para grabar holografías se puede utilizar gelatina!**

La interferencia es un fenómeno que ocurre cuando dos o más ondas se encuentran en un punto, de modo que se superponen y crean otra onda diferente. Esta nueva onda tendrá sus máximos y mínimos de amplitud dependiendo de cómo interfieran las ondas de las que procede. El ejemplo más visual es imaginarse las ondas concéntricas que crea una piedra en el agua y ahora imaginarse otras ondas concéntricas creadas por otra piedra que se encuentran con las primeras. El dibujo o patrón resultante es lo que se denomina **patrón de interferencia**.

En la figura 2 se muestra otro caso. En esta ocasión, dos haces de luz procedentes de las dos esquinas de la izquierda se encuentran casi en el centro de la imagen y se observa el patrón de interferencia. Ese es el tipo de "dibujo" que se graba en una holografía. Hay que tener en cuenta que la distancia entre los máximos y mínimos de intensidad (las zonas negras y blancas en el dibujo) es del orden de un cuarto de micrómetro ($1/4 \cdot 10^{-6}$ m), así que durante la grabación del patrón cualquier movimiento en el sistema puede hacer fracasar el proceso, pues el patrón quedará indefinido, borroso, y no obtendremos la holografía. Esto significa también que el material fotosensible tiene que tener una mayor resolución que el utilizado para una fotografía.

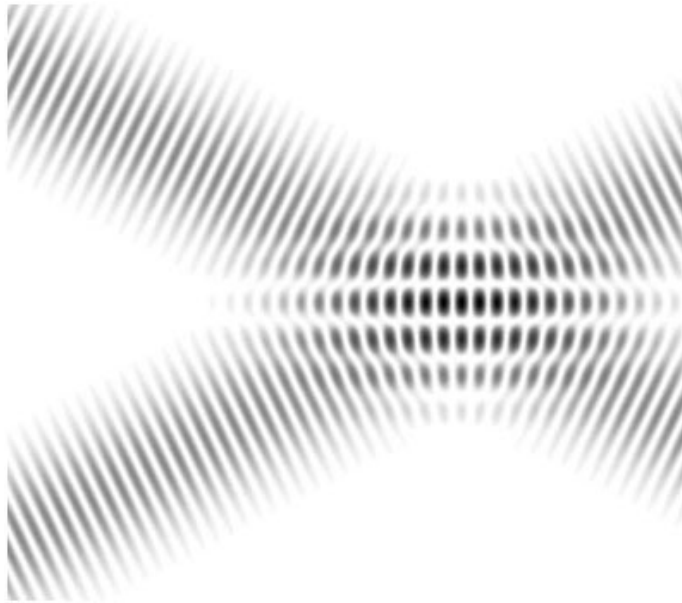


Figura 2. Interferencia de dos haces de luz. Imagen en el dominio público, extraída de wikimedia.

En la figura 3 se representa en esquema la grabación de un holograma. Se puede ver cómo al material fotosensible en la placa le llegan los dos haces de luz, el **haz del objeto** y el **haz de referencia**. El primero procede del objeto que está siendo iluminado con un haz de luz coherente y el segundo le llega directamente. Sobre la superficie de la placa fotosensible se forma el patrón de interferencia.

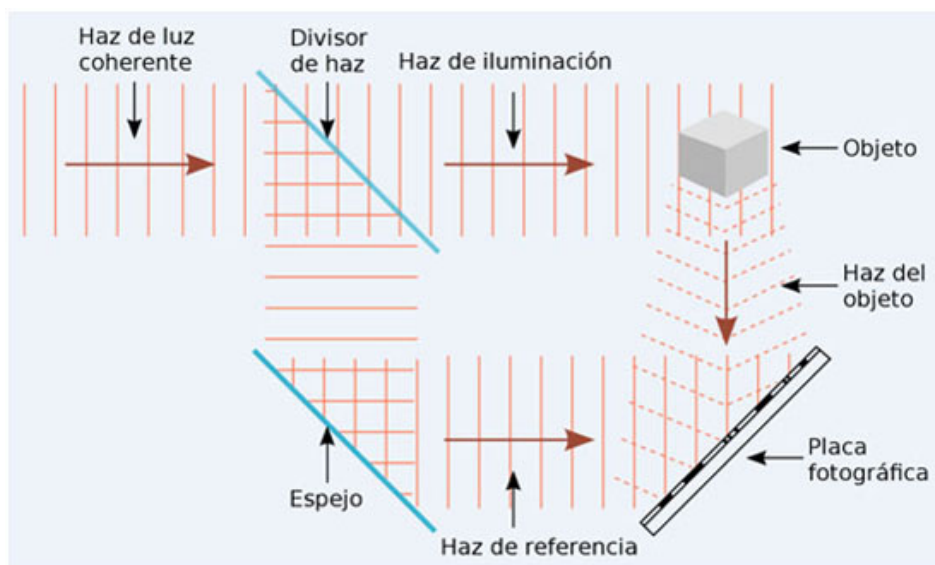


Figura 3. Esquema de la grabación de una holografía. Imagen en el dominio público, extraída de wikimedia.

Los primeros hologramas que realizó Gabor se hicieron utilizando como fuente de luz una lámpara de mercurio que presentaba poca coherencia por lo que los hologramas resultantes mostraban distorsiones e imágenes gemelas. Con una luz poco coherente no se pueden realizar buenos patrones de interferencia, ya que no se preserva adecuadamente en el haz la información de fase. Aunque estas holografías eran de poca calidad fueron suficientes para que la comunidad científica se volcara en investigar el proceso. Sin embargo, la holografía tuvo un período de mínimo desarrollo hasta que en 1960 llegó el **láser**, luz coherente por excelencia, que provocó que se pudiera avanzar y perfeccionar la técnica holográfica. Hoy en día, por ejemplo, la holografía se estudia para desarrollar y mejorar sistemas de procesado y almacenamiento de imágenes.

Aunque al principio se utilizó principalmente para reproducir objetos pequeños, la holografía pronto se empleó como medio de expresión artística, siendo Salvador Dalí uno de los primeros en utilizarla y realizar hologramas. Actualmente, la holografía se emplea, entre otras cosas, como parte de dispositivos de seguridad; los hologramas son difíciles de reproducir así que la inclusión de uno en el envasado de un producto ayuda a garantizar su autenticidad. Así, se encuentran en billetes y en pasaportes. También se están desarrollando sensores biomédicos que consisten en una holografía que cambie de color en contacto con la sustancia a estudiar,

como, por ejemplo, glucosa. Finalmente, se está estudiando la posibilidad de obtener soportes informáticos de almacenamiento y la realización de vídeos holográficos aunque ambas ideas se encuentran todavía lejos de estar disponibles en el mercado a corto plazo.

Recursos

- En esta página se pueden ver imágenes de los siete hologramas de Salvador Dalí:

spie.org/x105074.xml

- Qué es un holograma y qué no lo es: elpais.com/elpais/2014/10/22/media/1413989125_124869.html

- El futuro es holográfico

elpais.com/elpais/2014/10/20/ciencia/1413813806_320851.html

- Enlaces interesantes con actividades sobre Óptica muy variadas para todas las edades

sextoenelcolecervantes.blogspot.com.es/2014/01/tema-7-de-conocimiento.html

www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/index.htm

www.librosmaravillosos.com/fisicarecreativa2/capitulo09.html

- La distancia más corta entre dos puntos ¿una línea recta? skciencia.es/post/la-distancia-mas-corta-entre-dos-puntos

- Cuando la luz se tuerce: curiosidadcientifica.wordpress.com/2009/02/11/cuando-la-luz-se-tuerce/

- La ilusión de la gran Luna llena y la visión 3D:

revolucioncientifica.com/curiosidades_cientificas_la_ilusion_de_la_gran_luna_llena_y_la_vision_3d.asp

- Optical Society of America: Educational Resources:

www.osa.org/en-us/membership_education/youth_education/



Este recurso ha sido preparado por Concepción Pulido de Torres, investigadora en el Instituto de Óptica "Daza de Valdés" del C.S.I.C.

Otros recursos en este CHISPAS DE LA CIENCIA:

- [Genios, "savants" y otras personas con talentos especiales](#)
- [¡Se ha ido la luz](#)
- [¡Qué materiales más curiosos!](#)
- [Final de curso: Simposio y premios](#)

[Volver al sumario CHISPAS DE LA CIENCIA](#)

[ENCIENDE](#) | [Aviso legal](#) | [Contacto](#)