

Obtención de imágenes tridimensionales mediante material fotosensible

E. N. García Quiroz, M. M. Méndez-González¹

¹Laboratorio de Óptica, Departamento de Física, ESFM-IPN, Ciudad de México, México
mmen07@yahoo.com.mx

Resumen — Colocamos la fuente de luz incidiendo parte en la película fotosensible y otra parte en el objeto. Dejamos el sistema estático y la superficie del material fotosensible se comporta como una rejilla de difracción adoptando una forma igual a la que tenía al reflejarse en el objeto, provocando que cuando en la película fotosensible incidió luz igual a la de la fuente usada, observamos el objeto como si estuviera presente aunque éste ya se haya retirado debido a que la luz reflejada por un objeto contenga la información completa de su tamaño y forma.

Palabras Clave – Difracción de la luz, hologramas, material fotosensible, reflexión de la luz, rejilla de difracción.

Abstract — We place the light source with part incident on the photosensitive film and another part on the object. We left the system static and the surface of the photosensitive material behaved like a diffraction grating, adopting a shape equal to the one it had as it reflected on the object, causing that when light fell on the photosensitive film from that of the source used, we observed the object as if it were present even though it already been removed because light reflected from an object contains complete information about its size and shape.

Keywords — Light diffraction, holograms, photosensitive material, light reflection, diffraction grating.

I. INTRODUCCIÓN

La luz es una perturbación electromagnética que se propaga de manera oscilatoria en el espacio y la amplitud de la oscilación está relacionada con su intensidad. Dado que el movimiento de ésta perturbación es oscilatorio, el tiempo en que se llega a un punto equivalente se le denomina periodo y su inverso es la frecuencia [1].

Mostramos en la Fig. 1, el diagrama de propagación de un frente de ondas que se propagan linealmente con la misma longitud de onda partiendo hacia la izquierda desde una misma posición. Si cada punto representa cada posición desde donde se inicia la propagación de la perturbación con igual longitud de onda y estos puntos los unimos, para después trazar un plano tal que sea perpendicular a esos puntos, obtenemos un frente de ondas, ver Fig. 2.

Obtuvimos un holograma o imagen tridimensional de un objeto, considerando la interferencia además de la propagación de un frente de onda y la difracción de la luz que incidiendo en el objeto, este absorbe ciertas longitudes de onda y refleja otras.

A. Interferencia

Si interceptamos dos perturbaciones en un punto las alturas de todos los puntos de ambas, que se sitúan a una misma distancia entre sí del origen del sistema de coordenadas se suman algebraicamente [2]. Podemos sumar dos o más perturbaciones, para formar una nueva perturbación resultante. Ésta interferencia va a depender del movimiento relativo entre las ondas, así que en el patrón resultante el movimiento ondulatorio podría aumentar, disminuir o anularse.

Cuando las perturbaciones están en fase, la onda resultante tiene una amplitud mayor. Si las perturbaciones están desfasadas, la onda se anula. Representamos en la Fig. 3, dos ondas de luz que parten de fuentes diferentes y se interceptan en un punto, la suma algebraica de las ondas es cero.

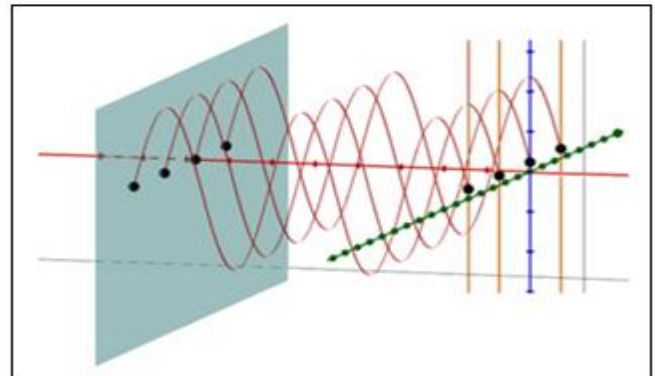


Fig. 1. Diagrama de propagación de un frente de ondas [3].

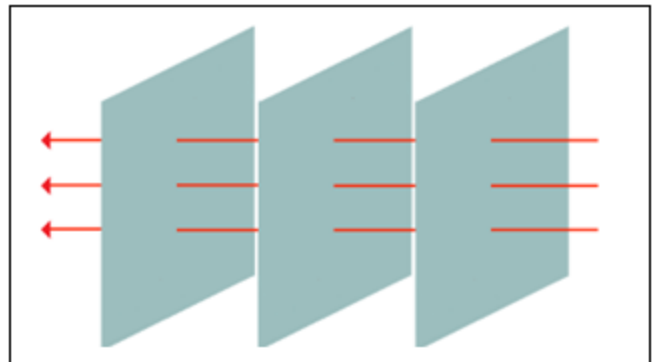


Fig. 2. Frente de ondas plano [4].

B. Difracción

La difracción es otro fenómeno que ocurre, cuando incidimos luz en un obstáculo o una rendija. Si hacemos pasar un haz de luz por un orificio y esta llega a una pared o alguna otra superficie observamos en dicha superficie la forma bien definida del orificio, formada por la luz que consigue pasar, como apreciamos que ocurre con aberturas grandes como en las ventanas, ver. Fig. 4.

Cuando el orificio es muy delgado no solo podemos ver la forma de éste, sino que también apreciamos círculos concéntricos, ver Fig. 5.

Esto ocurre cuando hacemos incidir la luz en este orificio delgado debido a que la luz cambia su manera de propagarse, pero esta alteración solo la observamos cuando el ancho del orificio es pequeño comparado con la longitud de onda de la luz incidente [5].

En la Fig. 6 mostramos un diagrama representativo de la difracción para diferentes aperturas y entre menor sea el ancho de la apertura se hace más notorio su efecto.

C. Holograma

La palabra holograma surge del griego “holos”, que significa completo, ya que un holograma es la imagen tridimensional de un objeto permitiendonos observar con claridad qué cosas de éste se encuentran más cercanas a las otras, como vemos a la calle a través de una ventana. Los hologramas también cambian de acuerdo al ángulo desde el que observamos, mientras que en las fotografías solo se tiene un punto de vista [10].

Observamos su profundidad, debido a que hacemos incidir luz sobre el objeto, los haces luminosos llegan a puntos con distinta profundidad, la luz se refleja antes en puntos más cercanos que los haces que viajan hasta partes más profundas del objeto.

Las fotografías convencionales difieren de los hologramas, ya que la fotografía normal no contiene información sobre la fase de la luz. Hay una interferencia entre los haces reflejados por el objeto y el de referencia, formando un patrón de interferencia sobre la película fotosensible.

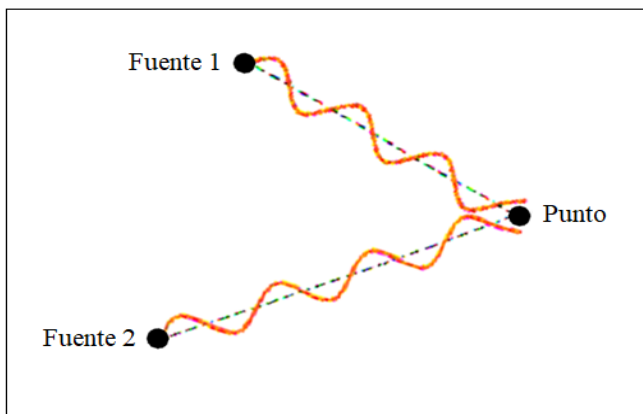


Fig. 3. Diagrama de interferencia de dos perturbaciones [6]



Fig. 4. Luz a través de una celda [7].

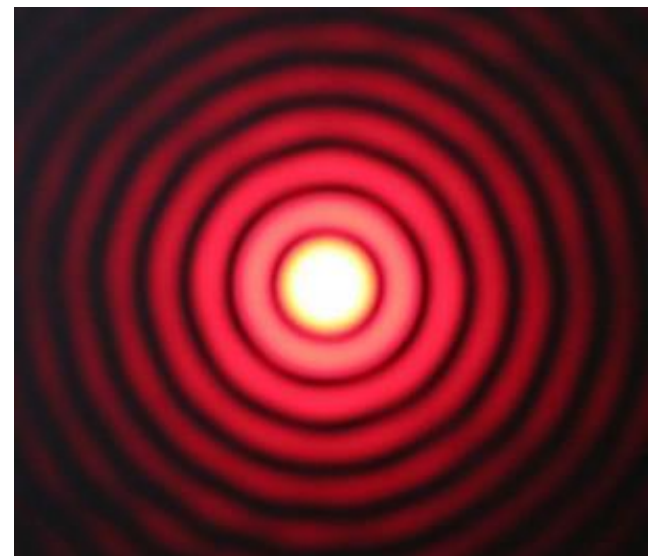


Fig. 5. Luz después de pasar a través de un orificio pequeño [8].

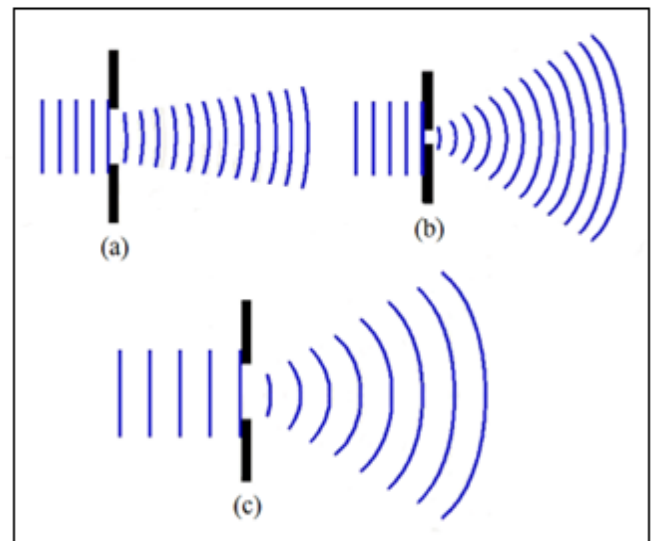


Fig. 6. Diagrama de difracción para diferentes aperturas [9].

II. METODOLOGÍA

Obtuvimos un holograma teniendo en primer lugar, una película fotosensible, un divisor de haz o dispositivo óptico que divide el haz de luz en dos haces coherentes, uno de referencia y otro que se hace incidir en el objeto. Con espejos controlamos la trayectoria para que el haz de referencia llegue directamente a la película fotosensible mientras que el otro haz llegue al objeto y posteriormente sea reflejado por éste hacia la placa. En este arreglo también empleamos un conjunto de lentes que amplían el haz. En la Fig. 7 mostramos un diagrama esquemático de la obtención de una imagen tridimensional.

En seguida dejamos el sistema estático por un tiempo prolongado para que la película fotosensible sufra un cambio en su estructura, mediante las interferencias de luz que llegan a ella, creando un registro de cierto arreglo de líneas negras que significan un obstáculo para el paso de la luz y así, cuando hagamos incidir solamente la luz de referencia, sin la luz reflejada del objeto, esta se difracta de tal manera que los haces adopten la forma que toman al reflejarse en el objeto, aunque este ya no esté presente en ese lugar, llegando después a los ojos del observador, como se muestra en la Fig. 8. [11].

Después del proceso de grabado realizamos un proceso químico de revelado parecido al de una fotografía y finalmente incidimos el haz con el que grabamos el holograma en la placa que difracta la luz. Debido al patrón que grabamos en ella la luz se difracta formando la imagen tridimensional.

III. RESULTADOS

Si retiramos el objeto y hacemos incidir la luz en la película fotosensible, apreciamos una imagen igual al objeto, como si este estuviera detrás del holograma, pudiéndolo ver desde distintos ángulos, pero la luz debe de ser monocromática y con la misma longitud de onda que la de la luz de la fuente que usamos para hacer el holograma,

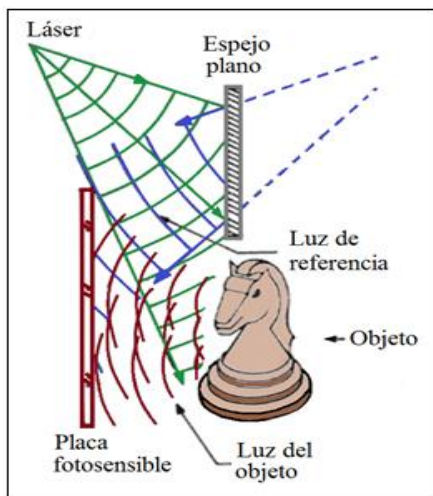


Fig. 7. Diagrama de la creación de un holograma [12]

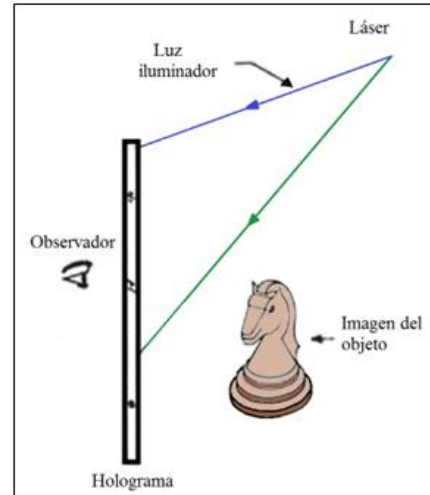


Fig. 8. Diagrama de lo que se ve a través de un holograma [13]

En caso contrario la difracción se da de manera distinta a la que debería y entonces no observamos nada a través del material fotosensible.

Podemos considerar al holograma como una ventana que nos permite ver al objeto, aunque ya no esté realmente presente, pues se trata de una imagen, y podemos observarla desde los distintos ángulos que el tamaño del holograma permita.

IV. CONCLUSIONES

Todo lo que apreciamos visualmente solo depende de los haces de luz que llegan a los ojos del observador, si estos los modificamos, observamos algo distinto, los lentes hacen lo mismo; cambian la dirección de los haces de luz de tal manera que observamos los objetos más claros, pero a su vez ligeramente más grandes y lejanos, o más cerca y pequeños, modifican la percepción de todo el entorno de tal manera que la diferencia no es notoria [14].

Los hologramas contienen toda la información de la luz, lo que nos permite observar la imagen tridimensional muy precisa del objeto, por lo que falsificar o reproducir exactamente el holograma con un objeto diferente o incluso en condiciones distintas no es posible, por lo que son muy útiles como dispositivos de seguridad.

Entre los más recientes avances, el equipo de Lei Wang de la Universidad Nacional de Australia obtuvieron hologramas de mejor calidad, su dispositivo contaba con pilares de silicón 500 veces más delgados que un cabello humano, manipulando la luz mucho mejor que con las placas fotosensibles [15,16].

Son muchas las áreas donde podemos utilizar los hologramas, pues un modelo tridimensional es muy útil para muchos campos donde la observación, preparación y diseño sea fundamental, por ejemplo la medicina o la construcción. Sin embargo en un futuro cercano, nos comunicaremos con nuestros amigos y familiares con hologramas, de manera que la comunicación a distancia será cada vez más real.

El doctor Jumpei Tsujiuchi, utilizando radiografías tomadas en distintos ángulos fue capaz de crear el holograma de un cráneo en el que podemos apreciar desde todos los ángulos y no existe otra manera de poder ver algo así. Se llegó a obtener el holograma de una persona fallecida y es tan convincente que parece que realmente la persona está presente.

REFERENCIAS

- [1] Available: <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/246436-Como-los-humanos-ven-el-color-y-por-que-la-percepcion-del-color-cause-tantos-desacuerdos.html>
- [2] Available: <http://www.sociedaddelainformación.com>
- [3] Available: <https://www.geogebra.org/m/pkaru9vW>
- [4] Available: <http://wikifisica.etsit.upm.es/index.php/Archivo:Rayos-frente-onda.png>
- [5] D. Halliday, R. Resnick, K. S. Krane, Física, volumen 2 (Versión ampliada). Ed. Patria, Ciudad de México, 1994, pp. 377-380-417-419-449-451.
- [6] Available: <http://www.sociedaddelainformacion.com>
- [7] Available: https://es.123rf.com/photo_14582728_una-vista-frontal-de-los-barros-de-una-celda-de-la-c%C3%A1rcel-con-barras-de-hierro-y-una-puerta-en-un-fo.html
- [8] Available: <http://www.heurema.com/PDF55.htm>
- [9] Available: <http://hyperphysics.phyastr.gsu.edu/hbasees/vision/specol.html>
- [10] Available: https://es.123rf.com/photo_14582728_una-vista-frontal-de-los-barros-de-una-celda-de-la-c%C3%A1rcel-con-barras-de-hierro-y-una-puerta-en-un-fo.html
- [11] Available: <https://repository.eafit.edu.co/xmlui/bitstream/handle/10784/16482/document%20%2856%29.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- [12] Available: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/084/hm/sec_8.htm
- [13] Available: <http://blogdefisica72.blogspot.com/2013/09/difraccion.html>
- [14] D. Halliday, R. Resnick, K. S. Krane, Física, volumen 2 (Versión ampliada). Ed. Patria, Ciudad de México, 1994, pp. 377-380-417-419-449-451.
- [15] The Australian National University. 2017. Sci-fi holograms a step closer with ANU invention. Canberra. ANU. Available: <https://www.anu.edu.au/news/all-news/sci-fi-holograms-a-step-closer-with-anu-invention>.
- [16] Wang, L., Kruk, S., Tang, H., Li, T., Kravchenko, I., Neshev, D y Kivshar, Y., 2016, Grayscale transparent metasurface holograms. *Optica*. 3(12). 1504-1505