

LAS EXPOSICIONES INTERNACIONALES DE HOLOGRAFÍA EN LA HABANA Y EL ACERCAMIENTO ARTE-CIENCIA

Ángel G. Augier Calderín

RESUMEN

A partir de 2004, en La Habana fueron organizadas las exposiciones internacionales holográficas *Holografía en la Ciencia, el Arte y el Patrimonio*, bajo el auspicio del Comité Territorial Cubano de la Comisión Internacional de Óptica y la Sociedad Cubana de Física, siendo los objetivos más importantes de estos encuentros el acercamiento entre la Ciencia y el Arte, y el diálogo entre los científicos y los artistas que practican esta forma de expresión. La Holografía es una potente técnica óptica para la obtención, conservación y representación de imágenes tridimensionales, mediante la cual se obtienen resultados excelentes en campos un tanto alejados de las aplicaciones tecnológicas convencionales. Para los hologramas que emplean varios colores, supone una innovación radical en las artes visuales, trabajando con colores luz, en contraposición con los colores pigmento de las artes plásticas tradicionales. Entre las artes tecnológicas es la única en emplear auténticos colores espectrales. La holografía es utilizada en todo el mundo por numerosos artistas que emplean este medio de expresión en la creación de sus obras, teniendo además una amplia utilización arquitectónica, estética, ambiental y comercial. Se muestra la información e imágenes fotográficas inéditas tomadas de las imágenes 3D de varios hologramas de diferente tipo, expuestos en La Habana durante estas exposiciones, incluyendo algunos holograbados, generados por ordenador y trazados con un láser.

Palabras clave: holografía, imágenes tridimensionales, hologramas por ordenador, grabados holográficos, holograbados, sistema grabador láser

THE INTERNATIONAL EXHIBITS OF HOLOGRAPHY IN HAVANA AND THE ART-SCIENCE APPROACH

ABSTRACT

Since 2004, they were organized in Havana the holographic international exhibits *Holography in the Science, Art and Heritage*, sponsored by the Cuban Territorial Committee of the International Commission for Optics and the Cuban Physics Society, being the most important objectives in these exhibitions the Science- Art approach, and the

dialogue between the scientists and artists performing this expression form.

Holography is a powerful optical technique for obtaining, conserving and representing three-dimensional images, with excellent results in fields a point far from the conventional technological applications. For the holograms using several colors, it supposes a radical innovation in the visual arts, working with colors-light, in opposition with the colors-pigment of the traditional plastic arts. Among the technological arts it is the only one in using authentic spectral colors. Holography is used in the entire world by numerous artists using this expression means in the creation of its works, having a wide use architectural, aesthetic, environmental and commercial.

It is shown information and the unpublished photographic images taken from the 3D images of several holograms of different type, shown in Havana during these exhibitions, including some hologravures, computer generated and laser engraved.

Keywords: holography, three-dimensional images, computer generated holograms, holographic engravings, hologravures, laser engraver-syste

INTRODUCCIÓN

Cuatro exhibiciones internacionales holográficas *Holografía en la Ciencia, el Arte y el Patrimonio*, han sido presentadas en La Habana en el intervalo de ocho años, desde 2004 hasta 2012, en un intento por aumentar nuestra alfabetización visual y cultural en este medio, y con el objetivo de establecer un acercamiento entre la Ciencia y el Arte, mediante el diálogo entre los científicos y los artistas que practican esta forma de expresión. No obstante, en nuestro país no son muchos los que han tomado conciencia de la holografía como hecho artístico, y en el seno del contexto cultural y artístico nacional, muy poca atención ha alcanzado el trabajo de los artistas que utilizan este medio.

Las obras presentadas en estas exhibiciones incluyen instalación y arte cinético, donde artistas y científicos comunican a través del lenguaje holográfico la expresión de sus ideas en tres o en cuatro dimensiones.

De entre los grandes maestros del renacimiento, Leonardo da Vinci (1452-1519), fue un creador en todas las ramas del arte, descubridor en la mayoría de los campos de la ciencia, y un innovador en el terreno tecnológico. Fue famoso como pintor, escultor, arquitecto, ingeniero y científico. En tiempos de Leonardo arte y ciencia no estaban separados. Esto exigía una actitud intelectual que demandaba incluir la emoción, al lado de la razón, dentro del método científico. La emoción, materia prima intelectual del arte, facilita la intuición por analogías, que en la ciencia se le llama isomorfismo, y en el arte metáforas. La ciencia y el arte se reúnen en el momento que se acepta, según el propio Leonardo, que «todo nuestro conocimiento empieza en los sentimientos» (*ogni nostra cognitioni~principia da sentimentis*) [1].

Consideraciones acerca de lo más conveniente, hicieron que esta teoría de la percepción fuese excluida de la ciencia a partir del siglo XVII y, al ser eliminada, cortó el puente entre ciencia y arte, entre percepción racional y percepción emocional.

No obstante, en todas estas obras holográficas, tanto las realizadas por los artistas profesionales como las realizadas por los científicos, no solamente hay intenciones comunes estéticas, sino que sin duda se encuentra una buena dosis de intuición, de investigación e interpretación personal de estas técnicas.

Los hologramas en artes plásticas

Como una nueva forma muy avanzada de fotografía sin lentes, los hologramas plasman la información volumétrica completa de la imagen de un objeto u escena tridimensional sobre materiales especiales fotosensibles. El material puede ser una placa o película fotográfica con una alta resolución, que permita registrar detalles muy pequeños. Usualmente estas técnicas emplean la luz láser para crear los hologramas. En todos los casos, para observar

adecuadamente las imágenes tridimensionales, se requiere de una iluminación individual y específica para cada holograma.

Mediante algunas técnicas especiales pueden sintetizarse hologramas a partir de objetos virtuales, creados en ordenadores mediante programas informáticos.

En el holograma se registra, no la imagen formada ópticamente, sino la onda misma proveniente del objeto, debido a lo cual es posible reconstruir una verdadera imagen tridimensional, no distinguible del objeto original. Frente a esta imagen, cada ojo observa de forma natural una posición angular ligeramente diferente, de manera idéntica a si observara el objeto original u escena real que dio lugar al holograma. A partir de este efecto óptico, característico de la visión binocular, el cerebro se encarga de sintetizar la percepción de la imagen tridimensional.

La invención de la Holografía, por Dennis Gabor, data de 1948 [2]. Las técnicas holográficas fueron mejoradas a partir de la invención de los primeros láseres en 1961[3], en particular, la técnica holográfica desarrollada por el científico ruso Yuri N. Denisiuk en 1962 [4] dio un gran impulso al desarrollo ulterior de la Holografía. Esta técnica permite el uso de uno o de varios láseres superpuestos. En este caso, la emisión de luz con varias longitudes de onda se hace corresponder a una tríada de colores primarios. Debido a su composición espectral, la luz blanca natural o artificial puede ser utilizada más tarde para la obtención de las imágenes, de manera que se puede observar una imagen final tridimensional en colores.

Posiblemente las primeras experiencias de utilización de la holografía con fines artísticos, tuvieron lugar a finales de los años 60 del siglo XX, en los ensayos de Salvador Dalí, que con su habitual sagacidad fue de los primeros artistas en percibir las inmensas posibilidades que brindaba esta nueva técnica. Algunos de estos hologramas artísticos pueden ser admirados en el Museo Dalí, situado en el municipio catalán de Figueres, en España.

La holografía abre nuevas perspectivas a las corrientes de arte cinético y óptico. Para los hologramas que emplean varios colores, supone una innovación radical de éste en las artes visuales, trabajando con colores luz, en contraposición con los colores pigmento de las artes plásticas tradicionales. Entre las artes tecnológicas es la única en emplear auténticos colores espectrales.

En las artes plásticas la holografía es utilizada mundialmente por numerosos artistas que emplean este medio de expresión en la creación de sus obras, como los ejemplos reportados en [5,6]. Estas técnicas tienen también una amplia utilización arquitectónica, estética y ambiental en el diseño, aprovechamiento de la luz y de la información en espacios interiores y transitorios, en hoteles, edificios comerciales o administrativos, oficinas o viviendas [7-9].

EXPOSICIONES INTERNACIONALES HOLOGRÁFICAS EN LA HABANA

Antecedentes

Los primeros hologramas presentados en Cuba fueron los mostrados en la exposición de la extinguida Unión Soviética, que visitó La Habana en la década de los años 60 del pasado siglo. No obstante, la primera exposición propiamente de hologramas presentada en La Habana lo fue a principios de los años 80. La exposición *La Holografía y los Museos*, fue organizada por el Ministerio de Cultura de Cuba, el Instituto de Física y el Museo Estatal de Historia de la República Socialista Soviética de Ucrania. La figura 1 muestra la fotografía de la imagen de una de las piezas holográficas expuesta.



Fig. 1. Fotografía de la imagen tridimensional de un holograma que se observa por reflexión de la luz. El objeto original es un pendiente de oro decorado con esmalte, del siglo XII. Fotografía reproducida del catálogo de la exposición ucraniana *La Holografía y los Museos*.¹

Esta exposición holográfica itinerante fue organizada en el marco de un programa para la creación de laboratorios de holografía en los principales museos de ese país, con el objetivo de reproducir copias holográficas de piezas valiosas y únicas, con importantes tesoros históricos y arqueológicos de los museos Cherson Taurique de Crimea, el Museo de Tesoros Históricos de Perejaslav-Chmelnitski, y de Jalta, Sebastopol, Rovno y otros. Los intercambios de colecciones de hologramas de piezas únicas entre museos de todo el mundo ha sido un importante resultado de este tipo de proyecto.

Hologramas en colores, con brillantes imágenes, así como elementos demostrativos de una incipiente técnica holográfica cinematográfica, fueron mostrados en esa exposición.

¹ Fotografía reproducida del catálogo de la exposición ucraniana *La Holografía y los Museos*. Fotos de las figuras 8 y 11 por Ángel Alonso. Demás fotografías y figuras por el autor.

Exposiciones internacionales *Holografía en la Ciencia, el Arte y el Patrimonio* y *Holoimagen 2012*

A partir de 2004 en La Habana fueron organizadas las exposiciones internacionales holográficas *Holografía en la Ciencia, el Arte y el Patrimonio* [10-12], casi todas en el marco de tres de las ediciones de la Reunión Internacional Óptica, Vida y Patrimonio, excepto en 2005, en que se organizó en el marco del *Año Mundial de la Física* /10/. En todos los casos las exposiciones fueron organizadas bajo el auspicio de la Sociedad Cubana de Física y el Comité Territorial Cubano de la Comisión Internacional de Óptica. Estas exposiciones han tenido lugar en el museo Alejandro de Humboldt, en La Habana, con el coauspicio del CEADEN², el IMRE³, la Comisión Internacional de Óptica (ICO), la Oficina del Historiador de la Ciudad de la Habana y otras organizaciones nacionales y extranjeras, y con contribuciones de obras de reconocidos artistas y científicos de Alemania, Bélgica, Finlandia, Rusia, Francia y Cuba; especialistas internacionales en holografía, como Dieter Jung, Pierre Bonne, Reima Nurmikko, Gert von Bally, Maxim Tomilin e Yves Gentet. En el mes de Abril de 2012 la exposición tuvo lugar en el Museo Nacional de Historia Natural, con el nombre de *Holoimagen 2012* [13].

Uno de los objetivos más importantes de estas exposiciones ha sido el acercamiento entre la Ciencia y el Arte, y el diálogo entre los científicos y los artistas que practican esta forma de expresión. En la figura 2 se muestran fotografías de las imágenes holográficas de algunos objetos personales de nuestro Héroe Nacional José Martí. Estos hologramas fueron realizados en La Habana, en un pequeño laboratorio holográfico que se instaló en el Museo de Bellas Artes, en la década de los años 80 del pasado siglo, por el grupo de holografía de la CUJAE⁴ [14].

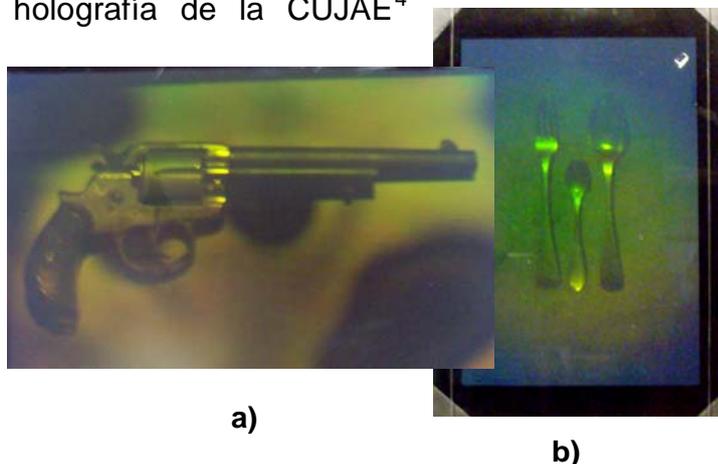


Fig. 2. Fotografías de los hologramas de algunos objetos personales de nuestro Héroe Nacional José Martí: a) Revólver, b) Cubiertos. Presentados, junto a otros hologramas, en 2004, 2005, 2009 y 2012 por Rolando Serra y Alfredo Moreno, miembros de este grupo, en las exposiciones *Holografía en la Ciencia, el Arte y el Patrimonio* y en *Holoimagen 2012*.

² Centro de Instrumentos Científicos y Desarrollo Nuclear, La Habana.

³ Instituto de Ciencia y Tecnología de los Materiales, Universidad de La Habana.

⁴ Ciudad Universitaria "José Antonio Echeverría", sede del Instituto Superior Politécnico del mismo nombre, en La Habana.

En la figura 3 se muestra la fotografía de dos de los más destacados participantes en la exposición holográfica realizada en Septiembre del año 2004.



Fig. 3. Fotografía tomada en la Exposición *Holografía en la Ciencia el Arte y el Patrimonio*, Casa-museo Alejandro de Humboldt, 2004. De izquierda a derecha Dieter Jung y Pierre Bonne.

El destacado artista Dieter Jung, Profesor Emérito de la Academia de Artes y Medios de Colonia, Alemania, quien ha expuesto sus hologramas por todo el mundo en más de 35 países, ha participado en varias de estas ediciones. Cabe destacar que la obra de Dieter Jung se considera entre lo más significativo, no solo del arte holográfico, sino del arte contemporáneo [15]. En la figura 4 se muestran fotografías de algunos de sus hologramas.

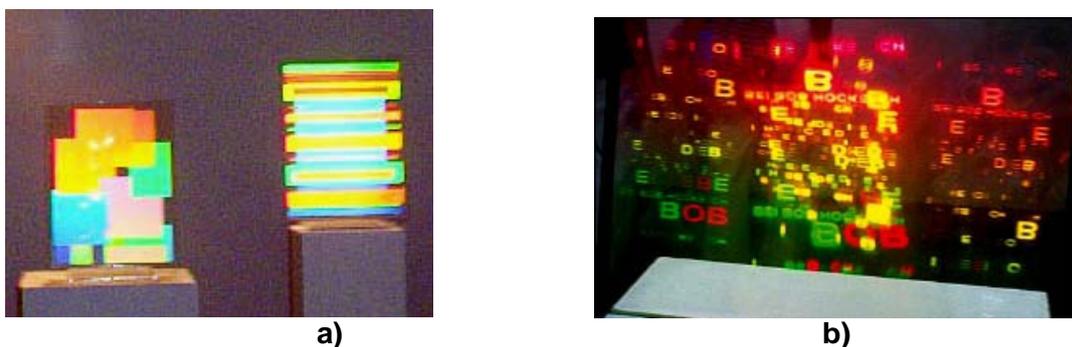


Fig. 4. Fotografías de varios hologramas artísticos realizados por Dieter Jung, observados por: a) reflexión de la luz, La Habana, 2004 y b) transmisión de la luz, La Habana, 2009. Holograma de la serie FLYING COLORS. Exposiciones *Holografía en la Ciencia el Arte y el Patrimonio*, Casa-museo Alejandro de Humboldt.

El profesor belga Pierre Bonne, de la Universidad Gent, expuso sus hologramas en Cuba en 2004. En las figuras 5 y 6 se muestra algunos ejemplos característicos de su trabajo con hologramas en retratos personales y en holografía de fósiles, respectivamente.



Fig. 5. Fotografías de retratos personales holográficos realizados por Pierre Bonne. A la izquierda *Pierre-Bonne*, a la derecha *Niña*. Presentados en la Exposición *Holografía en la Ciencia, el Arte y el Patrimonio* Casa-museo Alejandro de Humboldt, 2004.



Fig. 6. *Ammonite*. Fotografía de la imagen holográfica de un fósil. Estos moluscos desaparecieron junto a los dinosaurios al final del cretácico, hace 65 millones de años. Holograma por Pierre Bonne, para ser observado por reflexión de la luz. Presentado en la exposición holográfica de 2004, Casa-museo Alejandro de Humboldt.

Una pieza holográfica con imágenes múltiples se muestra en la figura 7, confeccionada por el artista de los medios holográficos Reima Nurmikko, de Finlandia.



Fig. 7. *Ceci ne'est pas une pipe*. Holograma múltiple del tipo de reflexión, por Reima Nurmikko. Fotografías en las que se observa dos de las tres diferentes escenas a las que se puede acceder a este holograma, desde ángulos distintos de observación. Casa-museo Alejandro de Humboldt, 2004.

Una interesante instalación holográfica, donada por los franceses a Cuba, en los años 70 del pasado siglo, que al rotar muestra al observador el rostro animado 3D del actor italiano Marcelo Mastroiani, ha podido ser apreciada en varias de las exposiciones de holografía, gracias a la colaboración de Paul Chaviano, del Instituto Cubano del Arte e Industria Cinematográficos (ICAIC). La fotografía que se muestra en la figura 8 fue tomada en Holoimagen 2012.

El profesor alemán Gert von Bally, de la Universidad de Münster, ha participado con sus hologramas de objetos arqueológicos en dos de las exposiciones holográficas, en la Casa-museo Alejandro de Humboldt, en 2004 y 2009. En la figura 9 se muestra una imagen fotográfica de estos hologramas.



Fig. 8. Fotografía mostrando en primer plano la instalación holográfica, con un holograma montado en un cilindro de acrílico con una fuente de luz central, y construido para ser observado desde cualquier dirección. El cilindro posee movimiento rotatorio, y desde un punto de observación fijo se puede observar la imagen del rostro 3D animado, fumando un cigarrillo, del conocido actor italiano del pasado siglo, Marcelo Mastroiani. Cortesía del Museo del ICAIC.

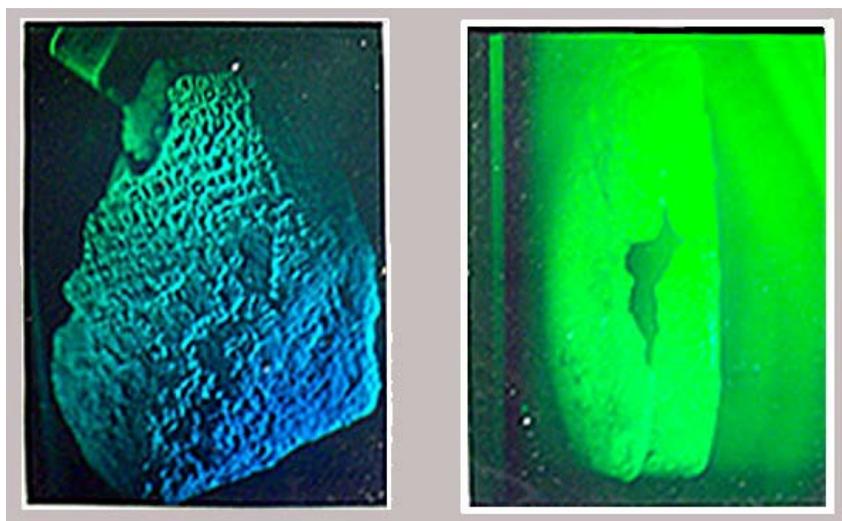


Fig. 9. Fotografía de los hologramas observables por reflexión de piezas arqueológicas, presentados en las exposiciones de 2004 y 2009 por el Profesor Gert von Bally, de la Universidad de Münster, Alemania. Observación con lámpara halógena de 20 W. La Arqueología es uno de los campos donde la holografía permite interesantes aplicaciones.

La comercialización de muestras holográficas ha sido también objeto de desarrollo internacional, donde se muestran diferentes técnicas. En la figura 10 se muestra las fotografías de hologramas en colores, según Yves Gentet, *Ultimate*, de París.

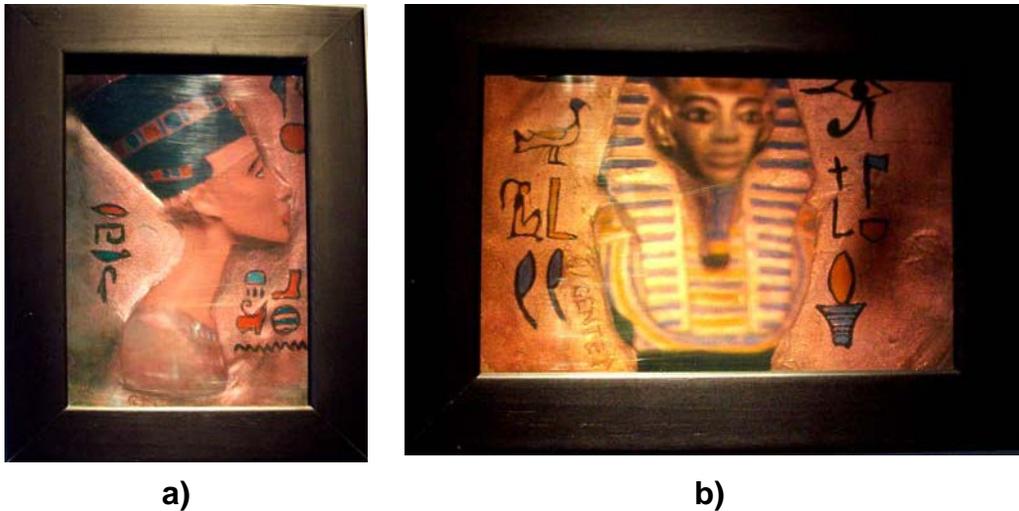


Fig. 10. Fotografías de las imágenes holográficas, con relieve hacia afuera, representando; a) a la Reina Nefertiti, b) al Faraón Tutankhamon. Hologramas de alta resolución en colores sobre láminas de acetato, por Yves Gentet. Presentado por el Dr. Jean-Pierre Galaup en la exposición *Holoimagen 2012*, Museo Nacional de Historia Natural. Observación con lámpara halógena de 20 W.

En la figura 11 se muestra la foto del holograma de una estatuilla del Zar ruso Pedro I. Presentado por el Profesor Maxim Tomilin.

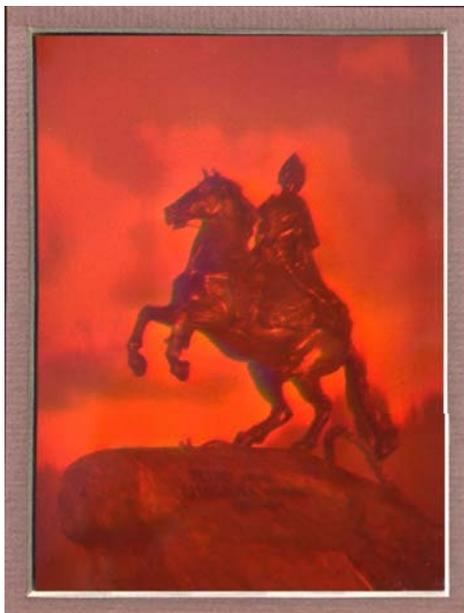


Fig. 11. Fotografía de la imagen 3D monocromática, con relieve hacia afuera, del holograma de una estatuilla del Zar ruso Pedro I. Presentado por el Profesor Maxim Tomilin, de la Universidad Estatal de Tecnología de la Información, Mecánica y Óptica (ITMO), de Saint Petersburg, Rusia en la exposición holográfica de 2009. Casa-museo Alejandro de Humboldt.

Grabados holográficos en exposición

La tecnología de holograbado, creada en Cuba en 2009 [16-19], construye los grabados holográficos a partir de modelos virtuales tridimensionales generados por ordenador, los que son codificados mediante el software apropiado, y más tarde trazados con un láser guiado sobre el material conveniente mediante un sistema grabador-láser. Esta tecnología amplía y generaliza las técnicas holográficas existentes, en especial las viejas técnicas de grabado por rayado sobre metal de cobre a mano, o con rudimentarios instrumentos mecánicos, para obtener imágenes 3D, similares a las creadas por el artista e inventor Hans Weil en 1934 [20-23], y consideradas por algunos como los rudimentos de la holografía [24,25], anteriores a Gabor.

Estas técnicas constituyen los primeros grabados holográficos conocidos, cuyos principios fueron investigados y popularizados por W. Beaty a mediados y finales de los 90 del pasado siglo [26,27], basado en algunos reportes anteriores [28-31].

Los holograbados fueron expuestos por primera vez en la exposición Holografía en la Ciencia, el Arte y el Patrimonio que tuvo lugar en el mes de abril de 2009 en la Casa- museo Alejandro de Humboldt, en La Habana.

El holograbado representa una tecnología novedosa que puede constituir un medio expresivo para uso en artes plásticas, y con interesantes aplicaciones en arquitectura, diseño gráfico, medios visuales para la enseñanza, y otras áreas, como las ciencias y el tratamiento de la información. Las imágenes que se obtienen de los grabados holográficos son diseños de luz tridimensionales, con interesantes efectos visuales cinéticos.

Un holograma trazado a mano, con punta de acero sobre una lámina de acetato, por el artista plástico cubano Ángel Alonso, se muestra en la figura 12.



Fig. 12. *Yo no quiero ser un soldado*, por Ángel Alonso. Fotografía del holograma trazado a mano con punta de acero sobre una lámina de acetato. En la imagen holográfica se observa un efecto cinético relativo entre la cabeza y el casco del soldado, observados en diferentes planos. Fotografía tomada en la Exposición *Holoimagen 2012*, Museo Nacional de Historia Natural.

En la figura 13 se muestra un la fotografía de un holograma trazado a mano con punta de acero con la ayuda de una plantilla. El mismo software que sirve para diseño y creación de holograbados, ha sido utilizado como asistente para producir hologramas trazados dibujados mano (Hand Drawn), usando un sistema de plantillas generadas por software como guías [16,17].

En la figura 14 se muestra la imagen fotográfica del holograbado de un poliedro, y en la 15 la fotografía de la imagen 3D de una máscara. En ambos casos los objetos 3D originales fueron generados en ordenador, y las imágenes tridimensionales obtenidas de los grabados presentan un fuerte efecto cinético angular en el plano horizontal cuando cambia el punto de vista del observador, o cuando se mueve la fuente de luz.

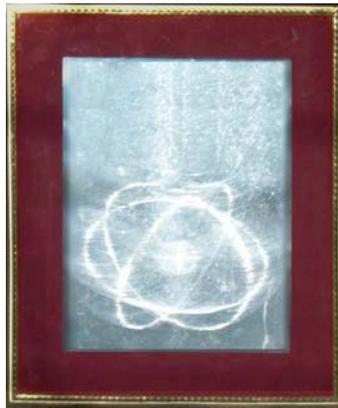


Fig. 13. Átomo, por Raúl B. Sánchez. Holograma trazado a mano usando plantilla, sobre una lámina de acetato. Fotografía de la imagen 3D, tomada en la exposición *Holografía en la Ciencia, el Arte y el Patrimonio*, en 2009. Este holograma ha sido expuesto también en *Holoimagen 2012*

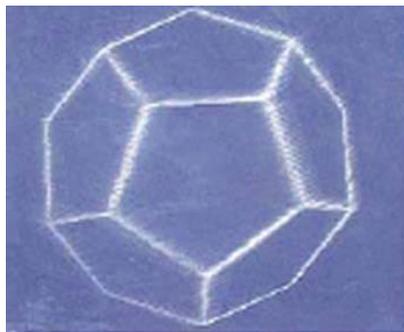


Fig. 14. Poliedro, por el autor de este artículo y Raúl B. Sánchez. En la figura se muestra la fotografía de la imagen 3D observada. El holograbado fue realizado en la superficie de una lámina transparente acrílica de 24,2 x 30,8 cm. Presentado en la exposición holográfica de 2009, y también en Holoimagen 2012.

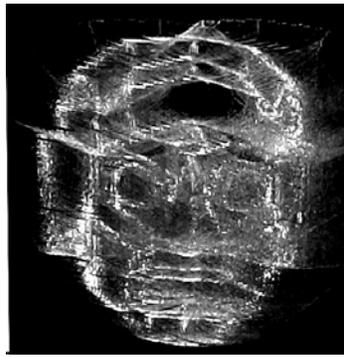


Fig. 15. *Máscara*, por el autor de este artículo. Fotografía de la imagen holográfica observada por reflexión de la luz sobre el grabado, obtenida usando una lámpara de halógeno de 20 Watt como fuente de luz. Holograbado en la superficie de una lámina transparente acrílica. Presentado en la exposición *Holoimagen 2012*, Museo Nacional de Historia Natural.

CONCLUSIONES

Fue presentada una breve introducción a la Holografía, como una potente técnica óptica que permite captar y reproducir la información visual de imágenes tridimensionales de objetos o escenas, y su empleo en el arte holográfico, con una amplia utilización arquitectónica, estética y ambiental.

Se mencionaron como antecedentes los primeros hologramas presentados en Cuba, que fueron los mostrados en la exposición soviética que visitó La Habana en la década de los años 60 del pasado siglo, y la primera exposición propiamente de hologramas, presentada en La Habana a principios de los años 80, denominada La Holografía y los Museos.

Se mostró material inédito de las exposiciones internacionales holográficas Holografía en la Ciencia el Arte, y el Patrimonio, que fueron organizadas por primera vez en Cuba a partir de 2004, teniendo lugar en La Habana, bajo el auspicio de la Sociedad Cubana de Física y el Comité Territorial Cubano de la Comisión Internacional de Óptica, donde los objetivos más importantes fueron el acercamiento entre la Ciencia y el Arte, el diálogo entre los científicos y los artistas que practican esta forma de expresión, y la divulgación Ciencia- Arte.

Se mostraron imágenes fotográficas tomadas de las imágenes 3D de varios hologramas de diferente tipo, expuestos en La Habana durante estas exposiciones, incluyendo algunos holograbados, generados por ordenador mediante un software apropiado, y trazados con un láser guiado, así como también imágenes de hologramas dibujados a mano y/o asistidos por ordenador.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a todos nuestros colegas, artistas y científicos, que han facilitado, con sus obras, la realización de estas exposiciones en La Habana, y también muy especialmente a Rosa María González, a la sazón directora de la casa Museo Alejandro de Humboldt y a su personal técnico y administrativo del museo, al Profesor arquitecto Orestes del Castillo del Prado, entonces colaborador de la Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana, a Reynaldo Rojas, director del Museo Nacional de Historia Natural, a su colectivo de dirección y a todo el personal del museo que colaboró con el buen desarrollo de la exposición Holoimagen 2012, a Dieter Jung, Profesor Emérito del KHM de Colonia, Alemania, al fallecido Profesor Pierre Boone, a Gert von Bally, Maxim Tomilin, Reima Nurmikko, Beatriz Moreno, Raúl B. Sánchez, Paul Chaviano, Rolando Serra, Alfredo Moreno, Ángel Alonso, que presentaron sus piezas holográficas. También al IMRE y al CEADEN, y muy en particular a los colegas Alfredo Moreno, Esperanza Purón, Águeda García, Mirta Vallés y Juan G. Darías, miembros de los comités organizadores, quienes, junto a este autor, participaron más de una vez en el montaje de estas exposiciones.

REFERENCIAS

- [1] Racionero, Luis., Leonardo Da Vinci, Ediciones Folio, S.A. 2004. [2] Gabor, D. A new microscopic principle. Nature 1948; 161:777-778.
- [3] Leith, E.N., Upatnieks, J. Wavefront reconstruction and communication theory, Journal of Optical Society of America (JOSA) 1962; 52 (10): 1123-1128.
- [4] Denisyuk, Y. N. Photographic reconstruction of the optical properties of an object in its own scattered radiation field. Soviet Physics - Doklady 1962; 7: 543-549.
- [5] Benyon, M., "Holography as an Art Medium", Leonardo 1973; 6: 1-9.
- [6] Ishii, S., Artistic representation with Holography, Forma 2006; 21: 81–92.
- [7] Orazem, V., Holography as an Element of the MediaArchitecture, http://www.mediascape.info/ms_zagreb/DATEN/public_html/1993/orazem.html
- [8] Schönwandt, R., Highlights in Honkong, in ERCO Lichtfabrik. Ernst & Sohn, Berlin: 124ff. 1990.
- [9] Orazem, V., Alcune osservazioni sulla olografia nell architettura mediale – il feedback della tecnologia sul processo creativo, in Olografia-Holografie- Holography. Avanguardia dell'Arte Olografica, by Vito Orazem and Jörg Schepers (ed.), Benucci Editore, Perugia, 1992: 8ff.
- [10] Hernández Serrano, Luis, Objetos de Martí en exposición de hologramas, Juventud Rebelde, 08/08/05, pag.08.
- [11] Editor, Holography shines at joint conference. The VI Technolaser and II Optics, Life & Heritage join forces, Newsletter-International Commission for Optics, July 2009.
- [12] Editor, La magia de la Imagen, Semanario Opus Habana, 2009, VI (15). [13] Alonso, Ángel. Exposición Holoimagen. Nueva linterna mágica, La Jiribilla. Año X. 573. 28 de Abril al 4 de Mayo 2012.
- [14] Serra Toledo, R., Moreno Yeras, A., González Peña, R., Milanés Verdecia, P., Moreno Masó, B.; Aplicaciones de la Holografía a la Museología en Cuba. Revista Diálogo Iberoamericano (España). 1997. Sept-Dic: 43.
- [15] Ossio Lazcano, Marcela. Luz y creatividad en la obra holográfica de Dieter Jung. La Prensa, 15/10/2011.
- [16] Augier, A.G., Sánchez, R.B. Scratch holograms drawn by computer using a laser engraver system. Revista Cubana de Física 2010; 27 (1): 107-110.
- [17] Augier, A.G., Sánchez, R.B., Hologravure as a Computer Generated and Laser Engraved Scratch Hologram, Optics Communications, 2010, doi 10.1016/j.optcom. 2010.09.008. Opt. Commun. 2011, 284: 112-117.

- [18] Augier, A.G., Sánchez, R.B., Making Computer-generated scratch holograms from three-dimensional virtual models. *Photonics Letters of Poland* 2010; 2 (4):153-155.
- [19] Augier, A.G. Holograbados: Una tecnología creada en Cuba. *Revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*. 2013, 3 (1).
- [20] Weil, H. Improvement in advertising and like signs, UK patent 37208/34. [21] Hans Weil Alvaron, en HOLOGRAPHIC NETWORK, Dieter Jung (Ed.), publisher: Rasch Verlag Bramsche, Germany 2003.
- [22] Garfield, E. ISI's "World Brain" by Gabriel Lieberman: The World's First Holographic Engraving, *Essays of an Information Scientist*, 5 (1981) 384. Also available on the WEB: Gabriel Liebermann work "World Brain" at <http://www.garfield.library.upenn.edu/essays/v5p348y1981-82.pdf>
- [23] Zianguirova, O. Nikolai Koleitchuk, en: HOLOGRAPHIC NETWORK, Dieter Jung (Ed.), Germany: Rasch Verlag Bramsche, 2003.
- [24] Abramson, N. Hand Drawn Holography, <http://hmt.com/holography/handholo.html>
- [25] Abramson, N., Incoherent Holography, *Proc. SPIE*. 2000. T. Jeong and W. Sobotka Eds. 414: 164.
- [26] Beaty, W. J. Hand –drawn holograms, <http://www.amasci.com/amateur/holo1.html>
- [27] Beaty, W. Drawing Holograms by Hand. *Proc. SPIE-IS&T Electronic Imaging*, SPIE 2003; 156: 5005-11.
- [28] Kirkpatrick, P. A Binocular Illusion. *Am. J. Phys.* 1954; 22: 492.
- [29] Lott, J. B. Reflections on a gramophone record, *Math. Gazette* 1963; 47: 113.
- [30] Walker, J. What do phonograph records have in common with windshield wipers? *The Amateur Scientist. Scientific American* 1989; 261:106.
- [31] Plumber, W. and Gardner, L. A mechanically generated hologram. *Appl. Opt.* 1992; 31: 6585-88.

Autor

Dr.C. Ángel G. Augier Calderín

Doctor en Ciencias Físicas

Profesor Titular e Investigador Titular

Facultad de Física, Universidad de la Habana

San Lázaro y L, Vedado, CP 10400. La Habana, Cuba

Tel. (537) 879 0743

E-mail: aaugier@fisica.uh.cu

Presentado: 15 de enero de 2014

Aprobado para publicación: 17 de junio de 2014