

# Holografía práctica: análisis de la presencia actual de la holografía en los programas didácticos en las universidades españolas

Boris Aparicio Tejido <sup>(1)</sup> y María Teresa Barranco Crespo <sup>(2)</sup>

---

**Resumen:** La holografía, una técnica proveniente de la física, desarrollada en 1947, revolucionó la percepción visual y dio origen a un innovador movimiento intelectual, científico y artístico. Este descubrimiento permitió el registro de imágenes bidimensionales que contienen una información tridimensional, de manera que, según el ángulo de visión y la iluminación, varían su apariencia, proporcionando una experiencia visual dinámica y envolvente.

La ejecución de hologramas pronto trascendió la frontera de lo científico a otros campos, y hoy, artistas de todo el mundo han adoptado los hologramas para explorar nuevas fronteras de expresión visual. Sin embargo, su indiscutible relevancia intelectual no se ha visto correspondida con una consideración suficiente en el ámbito académico de enseñanza universitaria.

Este estudio pretende revisar la presencia de la holografía física como parte de los programas educativos en las universidades españolas. El análisis y la constatación de estos datos nos permitirá conocer el estado actual de la enseñanza de esta práctica como mecanismo de representación y su evolución en los últimos años.

El conocimiento de esta situación, gracias a un claro análisis del estado, podrá servir como punto de partida para futuros desarrollos de metodologías y/o herramientas educativas, encaminadas a la integración de la holografía de manera didáctica en la enseñanza universitaria.

**Palabras Clave:** Holografía - Enseñanza universitaria - Programas de enseñanza - Mecanismo de representación - Arte visual

[Resúmenes en inglés y en portugués en las páginas 159-160]

---

<sup>(1)</sup> **Boris Aparicio Tejido** es Arquitecto por la Universidad de Valladolid. Desde 2022, Personal Investigador Docente perteneciente a la UVa. Investigador Predoctoral en la UVa, dentro del Departamento de Teoría de la Arquitectura y Proyectos Arquitectónicos, financiado con cargo a la convocatoria de contratos predoctorales UVa 2021, cofinanciada por el Banco Santander. Miembro del Grupo de Investigación Reconocido Arquitectura y Cine, GIRAC (principales líneas de investigación: arquitectura, artes plásticas y cine: relaciones e interferencias con las nuevas tecnologías). Miembro del Grupo de Innovación Docente (GID) de la Uva denominado “Taller de Concursos para Estudiantes de Arquitectura”. Profesor tutor del Taller de Isover Saint-Gobain Architecture Student Contest 2022-

2023, 2023-2024. Profesor en la asignatura Arquitecturas avanzadas y Sistemas Multimedia, y profesor de apoyo en la asignatura de Proyectos Arquitectónicos I, pertenecientes al Grado en Fundamentos de la Arquitectura. Algunos reconocimientos: Primer Premio en concurso internacional Theatre Design Competition for Architecture and Theatre Students (USITT 2016, Salt Lake City, Utah), estancia internacional como Lector Invitado en la Biblioteca del Trinity College de Dublin (Irlanda, 2023), Premio Hersus Prize on Modern Heritage, Mención Especial en la categoría Research Honorary Award por el diseño de la APP cinemapp.net y la propuesta Valladolid Film Ecosystem and IT Transfer (Crehar, Unesco, 2023).

<sup>(2)</sup> **María Teresa Barranco Crespo** es Licenciada en Bellas Artes por la Universidad Complutense de Madrid en 2011, continuó su formación con un Máster en Creación Digital en la Universidad Católica Santa Úrsula de Valencia y se doctoró en 2017 en la UCM, y entre 2018 y 2020, Colaboradora Honorífica en el Departamento de Diseño e Imagen. En el año académico 2017-2018, se especializó en técnicas avanzadas de modelado, texturizado, iluminación y render en 3D. En 2022, obtuvo un Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. Participó en el proyecto financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades sobre “*Metodologías innovadoras en conservación de colecciones científicas con modelos didácticos de Botánica, Anatomía humana y animal basadas en tecnologías 3D*”. Ha publicado varios proyectos de investigación en artículos indexados y ha participado en exposiciones artísticas. Desde 2018, imparte clases en estudios superiores y desde el año 2021, enseña en el Grado de Diseño de Videojuegos en la Universidad Europea de Madrid. Paralelamente, en el campo laboral lidera proyectos en diseño de estructuras anatómicas, restauración patrimonial y aplicaciones médicas.

## Introducción

Cuando observamos un holograma, vemos cómo una escena tridimensional se despliega tras un trozo de cristal. Al movernos alrededor, variando nuestro ángulo de observación hacia la placa, percibimos cómo la luz interactúa con los distintos objetos, generando una sensación de presencia y percepción real de la escena contenida, como si la mirásemos a través de una ventana. La apariencia de la escena es real, tan real que tus sentidos pueden engañarte, haciéndote creer que realmente hay algo detrás de ese vidrio.

Como técnica, la holografía suele compararse con la fotografía. Con ésta comparte la necesidad de un medio fotosensible para su registro. Sin embargo, a diferencia de una fotografía convencional, un holograma es capaz de recrear todo el campo de luz que inunda y define una escena, gracias a su capacidad para capturar la información contenida en las ondas electromagnéticas, traduciendo los diferentes grados de interferencia en patrones de claros y oscuros que definen la información volumétrica y luminosa real de dicha escena. En el gráfico que sigue podemos ver éstas y otras características comparadas (*Ver Figura 1*).

	MEDIO FOTSENSIBLE	TOMA	LÁSER	REGISTRO	PROFUNDIDAD RESULTANTE	PERCEPCIÓN	INFORMACIÓN LUMINOSA
FOTOGRAFÍA	varios	(variable: a mano, trípode...)	(luz blanca)	(captura de luz en un punto)	(aparente)	(estática, única)	(intensidad)
HOLOGRAFÍA	varios	<b>necesidad de condiciones controladas (mesa antivibración, iluminación estricta...)</b>	<b>láser coherente</b>	<b>interferencia ondulatoria</b>	<b>real</b>	<b>dinámica-variable, relativa al punto de observación</b>	<b>intensidad y dirección-ángulo</b>

**Figura 1.** Gráfico que muestra los puntos diferenciados de la holografía con respecto a la técnica de la fotografía analógica (Fuente: elaboración propia).

Desde que fue descubierta oficialmente en 1947, por Dennis Gabor, la holografía ha atravesado distintas etapas de influencia y desarrollo. En España, la difusión de estas técnicas se debe en gran parte a la colaboración entre artistas y físicos, quienes comenzaron a experimentar juntos en laboratorios desde la década de los 50. Estas colaboraciones no solo permitieron acercar la holografía al público general, sino que también impulsaron su exploración en campos como el arte y la ciencia. Gracias a su esfuerzo y dedicación, la holografía se convirtió en un puente entre la creatividad y la investigación científica. Sin embargo, en las últimas décadas, la holografía ha encontrado diversos contratiempos que han reducido su presencia y aplicación en ciertos ámbitos. Una de las principales dificultades radica en los complejos requisitos técnicos necesarios para su creación. La grabación de un holograma exige un profundo conocimiento de los principios fundamentales de la óptica y la interferencia de la luz, así como la elaboración de un montaje especializado que garantice la estabilidad y precisión de todos los elementos involucrados. Además, el proceso requiere el uso de equipos costosos, como láseres de alta coherencia, sistemas de aislamiento de vibraciones y materiales fotosensibles de alta calidad. Estas exigencias técnicas, junto con la necesidad de un entorno controlado para evitar cualquier perturbación durante la exposición, hacen que la producción de hologramas sea un desafío continuado, incluso para los especialistas.

El presente artículo ofrece una actualización sobre la enseñanza de la holografía en el ámbito universitario, entendida como una herramienta de representación y generación de contenido gráfico-informacional a partir del proceso de exposición y revelado característico de esta técnica. Se aborda la holografía no solo desde una perspectiva técnica, sino también como un recurso educativo con el potencial de enriquecer diversas disciplinas académicas, desde la física y la ingeniería hasta las artes visuales y el diseño.

Para llevar a cabo este análisis, se realizó una exhaustiva revisión de las programaciones docentes de los estudios de Grado a nivel nacional, identificando aquellos planes de estudio que abordan la holografía de manera directa o tangencial dentro de su corpus académico. El objetivo fue evaluar el grado de integración de esta técnica en los currículos universitarios y su relevancia como parte de la formación de los estudiantes en áreas afines. La información recopilada fue sistematizada en una tabla y expresada con gráficos que permiten visualizar de manera clara la distribución y frecuencia de los cursos relacionados con la holografía en las distintas universidades del país. A través de este análisis, se iden-

tificaron tendencias y patrones que reflejan el estado actual y las posibles proyecciones futuras de la presencia de la holografía en la educación superior.

## Contexto y antecedentes

Como se ha mencionado anteriormente, para entender el estado actual de la enseñanza de la holografía es fundamental recopilar información que nos permita identificar a los principales precursores de esta disciplina. Estos pioneros, a través de su labor docente e investigadora, han inspirado a generaciones de alumnos que, hoy en día, continúan su legado como artistas, docentes y/o investigadores. De este modo, el análisis de estos agentes clave permite tener una visión más amplia y profunda de la evolución educativa de la holografía en España y reconocer los entornos académicos que han propiciado su crecimiento.

Así, podríamos decir que el comienzo de la holografía en España, en el ámbito académico, tuvo lugar en el Laboratorio de Óptica de la División de Ciencias del recién creado Centro de Estudios Universitarios (CEU) de Alicante en 1968, que en el año 1975 se convertiría en la Universidad de Alicante. En sus comienzos el Laboratorio de Óptica fue dirigido por D. Mariano Aguilar, catedrático de Óptica en Valencia y encargado de poner en marcha los estudios universitarios en Alicante. Los primeros hologramas (10x15 cm) se realizaron en 1969 por el profesor José Antonio Quintana, discípulo de Aguilar.

En la década de los 70 se leyeron las tesis doctorales de los profesores que componían el equipo de trabajo del laboratorio: Felipe Mateos, José Antonio Quintana (la primera tesis leída en Alicante) y Mario Pardo, todas ellas dedicadas a temas relacionados con la holografía y dirigidas por Mariano Aguilar y Justo Oliva, compañero de Aguilar en Madrid y desde 1975 primer director del Departamento de Física en la Facultad de Ciencias de la recién creada Universidad de Alicante. En 1978 tuvo lugar en el Ateneo de Valencia la primera exposición de holografía de España y al año siguiente otra en la *Photogalería* situada en la plaza de la República Argentina 2 de Madrid.

En los años 80 se empezaron a realizar hologramas imagen de mayor tamaño (20x25 cm) y en 1981 tuvo lugar en Alicante una tercera exposición en la Sala de exposiciones de la Caja de Ahorros de Alicante y Murcia (CAAM) con hologramas procedentes de la Universidad de Besançon (Francia), del Museo Francés de Holografía en París y de la Universidad de Alicante. En un pabellón cercano al Laboratorio de Óptica se estableció en 1982 un segundo laboratorio destinado exclusivamente a la obtención de hologramas imagen.

En 1983 se creó, bajo la dirección de Justo Oliva, el Centro de Holografía de Alicante, en las instalaciones dedicadas a la holografía de imagen, y en 1984, se impartió el primer curso de holografía con la asistencia de científicos, ingenieros y artistas, procedentes de distintos lugares de España. Entre los artistas, cabe reseñar a Julio Ruiz, Santiago Relanzón y Vicente Carretón.

En estos años la investigación en el Laboratorio de Óptica se centró en el estudio de los diferentes medios de registro de los hologramas: emulsiones fotográficas, fotopolímeros y gelatinas. Se prepararon diversos elementos ópticos holográficos (HOEs): hologramas que se comportan como lentes (esféricas y cilíndricas) o espejos (planos y esféricos) en el UV

y diferentes bandas del espectro visible. Posteriormente, se empezó a utilizar la luz solar en la iluminación de estos hologramas.

En los años 90 se fabricaron varios concentradores solares holográficos de gran tamaño realizando un proyecto europeo en colaboración con el Instituto de Energías Renovables de Madrid y la Central Solar de Almería para construir un concentrador de la banda UV de la luz solar para detoxificar una pequeña corriente de agua. A finales de los años 90 se unió al equipo de trabajo el doctor en física Moisés Villalvilla con el que se sentaron las bases de la obtención de las redes holográficas de relieve que utilizaron en posteriores investigaciones.

En el año 2002 se produce un gran cambio en el laboratorio al incorporarse al grupo la también doctora en física María A. Díaz-García. María, tras sus estudios de licenciatura y doctorado en la Universidad Autónoma de Madrid, había realizado una estancia postdoctoral con el Prof. A.J. Heeger (Nobel de Química en el año 2000) en la Universidad de California-Santa Barbara, donde formó parte del grupo pionero que descubrió la emisión estimulada en polímeros semiconductores. También trabajó con polímeros fotorrefractivos con el Prof. W.E. Moerner (Nobel de Química año 2014) en la Universidad de California-San Diego y, finalmente en el año 2001 obtuvo una plaza de Profesora Titular en la Universidad de Alicante. Bajo su dirección, el “Laboratorio de Óptica” pasó a llamarse “Laboratorio de Fotónica y Electrónica Orgánicas”. Inicialmente las actividades se centraron principalmente en el estudio de los polímeros fotorrefractivos y posteriormente a partir de 2010 en la preparación de láseres “*distributed feedback*” (DFB) mediante holografía.

La principal aportación del equipo de investigación del centro de Alicante fue la sustitución de la red de difracción de relieve, generalmente hecha por “*electron beam lithography*” (EBL), por una red de difracción holográfica también de relieve mucho más económica y versátil (resulta fácil cambiar de período de la red). En la actualidad, preparan y estudian las propiedades de estos láseres (rendimiento, fotoestabilidad, etc.) trabajando en colaboración con laboratorios de investigación en Japón y Singapur que sintetizan nuevos materiales orgánicos destinados a tratar de mejorar su respuesta en diferentes bandas del espectro. En lo que respecta al Centro de Holografía de Alicante, su actividad fue decayendo y sus instalaciones se cerraron a finales de los años 90.

Por lo que se refiere a la holografía de imagen, las actividades en el Laboratorio de Óptica de Alicante a partir de los años 90 fueron esporádicas y ligadas al artista Julio Ruiz García, que en su última estancia de investigación en 2003 realizó su tesis doctoral, titulada “El holograma acromático de transmisión: El archivo en 3D de obras históricas”. A partir de entonces, Ruiz desarrolló los primeros “hologramas de campo profundo”. En colaboración con el CSIC, logró crear hologramas con una profundidad de campo de hasta 75 metros, utilizados para el estudio de cuevas prehistóricas con pinturas rupestres. A lo largo de su trayectoria, ha sabido conjugar su pasión por las humanidades con su sólida formación científica. Durante sus estudios en la Facultad de Bellas Artes en la Comunidad Valenciana, profundizó de manera simultánea en la investigación holográfica en el Departamento de Física de la Universidad de Alicante, bajo la supervisión del Dr. José Antonio Quintana y Javier Crespo, llevándoles a realizar por primera vez hologramas fuera del laboratorio, como en la Cámara Santa de la Catedral de Oviedo en 1998 para holografar la Cruz de la Victoria y la Caja de las Ágatas, o en la cueva prehistórica de Tito Bustillo en Ribadesella (Asturias)

en 2007. Dentro del proyecto Imaginate, participó en el Museo Arqueológico Nacional (MAN) de Madrid en 2009, realizando hologramas analógicos (Espada de Guadalajara, cascos de Axtroki) y digitales (Dama de Elche, Dama de Baza). Finalmente, realizó los espectaculares hologramas de campo profundo en el interior de la iglesia prerrománica de Santa Cristina de Lena en Asturias en 2019. Actualmente, Julio Ruiz se desempeña como investigador en el Centro de Investigación en Nanomateriales y Nanotecnología (CINN), donde se especializa en óptica, particularmente en holografía aplicada al ámbito del patrimonio cultural y al desarrollo de elementos ópticos holográficos. Además, en el 2021 colaboró en la creación de un museo que integra diversas tecnologías 3D, con el objetivo de ofrecer visitas educativas a colegios y universidades, promoviendo así la divulgación científica y el interés por la investigación tecnológica (CSIC Asturias, 2021) (Ver Figura 2).



**Figura 2.** Conjunto de fotografías tomadas durante el Programa de residencias artísticas AIR2024, en el laboratorio de holografía del Centro Datos Negros (Fundación Pepe Buitrago) (Fuente: elaboración propia).

Otro referente nacional en holografía, desde el punto de vista académico, lo encontramos en la Universidad de Zaragoza, de la mano de Manuel Quintanilla Montón (1937-2013). Su trayectoria en holografía, desde 1969, lo sitúan como otro pionero de esta técnica en España. Especializado y focalizado en la realización de elementos ópticos holográficos, su labor como docente supuso un sólido pilar en la difusión y aprendizaje de esta técnica, dando lugar a laboratorios especializados y varios grupos de investigación relacionados, y dirigiendo numerosas tesis relacionadas con la holografía. “El legado de Manuel Quintanilla es inmenso: miles de alumnos, 13 doctores en Óptica, repartidos por diversas universidades españolas y extranjeras, importantes contribuciones en el campo de la holografía y de otras técnicas ópticas...” (Atencia, 2013). En 1971 gana la Cátedra de Óptica en la Universidad de Valladolid, continuando allí su labor docente e investigadora durante cuatro años, regresando finalmente a Zaragoza. Gran parte de la información manejada en

el presente artículo ha sido también facilitada por y/o comentada con el Dr. Jesús Atencia Carrizo, miembro del Grupo de Investigación TOL (Tecnologías Ópticas Láser), cuya tesis, titulada “Desarrollo de sistemas y lentes holográficas” fuera dirigida en 1991 por el profesor Quintanilla, con quien ha compartido numerosos años de docencia, investigación, e incluso codirección de tesis posteriores.

En el ámbito artístico, encontramos como principal referente la Fundación Pepe Buitrago, con sede en el Centro de Holografía y Artes Dados Negros (Fundación Pepe Buitrago, s.f.). Una institución privada, independiente y sin ánimo de lucro que, tras una década de programación ininterrumpida desde su fundación, se ha consolidado como principal representante de la promoción y desarrollo de la holografía artística en España. Este centro fue fundado por el artista y pionero de la holografía Pepe Buitrago (con una trayectoria en la holografía artística que supera los 40 años, a nivel internacional), junto con Mercedes Laso, con el objetivo de crear un espacio dedicado a la formación, investigación, reflexión y experimentación artística en torno a esta técnica visual (Metrópolis, 2024). Ubicado en la localidad de Villanueva de los Infantes, Ciudad Real, el Centro de Holografía y Artes Dados Negros se distingue por su enfoque interdisciplinar, combinando el arte y la tecnología para explorar las múltiples posibilidades expresivas de la holografía. Su misión es fomentar el conocimiento y la práctica de esta técnica, facilitando un entorno donde artistas, investigadores y estudiantes puedan intercambiar ideas y desarrollar proyectos que exploren la relación entre la luz, el espacio y la percepción visual. La Fundación ofrece un variado programa de actividades que abarca talleres formativos, residencias artísticas y proyectos de investigación, con la intención de impulsar nuevas formas de creación artística y contribuir a la evolución de la holografía como medio de expresión contemporáneo. Además, colabora activamente con universidades, centros de arte y otras instituciones culturales.

El artista Narcís Rovira Castellà ha destacado por su activa participación en talleres educativos y seminarios internacionales, contribuyendo significativamente a la divulgación y enseñanza de la holografía. Una de sus intervenciones más notables tuvo lugar en el ISDH 2018 *Art in Holography: Light, Space and Time. International Symposium on Display Holography*, celebrado en Aveiro, Portugal. Durante este simposio, presentó su trabajo titulado “Dados Negros Center for the Holography and Arts: Educational, Research and Artistic Transformation Activities in the Rural Area”, en el que abordó las actividades educativas, investigativas y artísticas desarrolladas en el Centro de Holografía y Artes Dados Negros, destacando su impacto transformador en entornos rurales.

Asimismo, Rovira ha participado en eventos de divulgación científica, como *BCNspiracy 2019*. En su ponencia, “*Holografía: ciència o ciència ficció*”, repasó la evolución histórica de la holografía, explicando la tecnología que ha permitido su desarrollo hasta convertirse en una técnica habitual y accesible. También ha llevado su vocación por la holografía a través de numerosos talleres educativos dirigidos a diversos públicos: “Holografía: Ciencia, Arte y Fotografía” (29/11/2018) en la Biblioteca Central de Santa Coloma de Gramenet, o su colaboración en el proyecto educativo con el Instituto *Eugeni d’Ors de Hospitalet*, a través del “*Centre d’Innovació Social Torre Barrina*” y el “*WC Lab Holografía*” (3/2/2020).

Otras alternativas empleadas para la divulgación de la holografía son los kits educativos. La creación de estos diseños realizados por investigadores ha permitido que la holografía sea más accesible desde cualquier lugar. Un ejemplo internacional destacado, es el pre-

sentado en el artículo “*Simple Holography*” (Jeong, T.H.; Ro, R.J.; Iwasaki, M., SPIE Vol. 3956, pp. 241-244, 2000), el cual demuestra cómo es posible fabricar un holograma de reflexión utilizando solo un láser de diodo económico, una placa holográfica y un kit de procesamiento químico. Este enfoque ha permitido a profesores y estudiantes de todo el mundo acceder a la holografía de manera práctica y asequible, fomentando su estudio y aplicación en contextos educativos (Integraf, s.f.). En los últimos años, el desarrollo y la distribución de estos kits, diseñados específicamente para la elaboración de hologramas con un enfoque pedagógico y divulgativo, han sido muy sustanciales, aunque su estudio o mera mención requeriría una extensión que excede el presente artículo (Ver Figura 3).



**Figura 3.** Diferentes modelos de HOLOKIT™ (Fuente: página web de Integraf (consultado el 9 de octubre de 2024, a través de <https://www.integraf.com/shop/hologram-kits>).

Por último, también han sido fundamentales para el aprendizaje los libros didácticos que explican cómo crear hologramas en casa, como pueden ser “La holografía: Una guía fácil para hacer hologramas” traducida en español y escrita por John Iovine, y “*Holography Handbook: Making Holograms the Easy Way*” de Fred Unterseher, Jeannene Hansen y Bob Schlesinger. Además, documentales divulgativos, como “*How are holograms possible?*” (2024) del canal *3blue1brown* o “La Luz y la Holografía de campo profundo” publicada por CSIC Divulga.

## Metodología

Esta investigación se caracteriza por una metodología mixta: tanto por la naturaleza inherentemente pluridisciplinar del objeto, como por la diversidad de la formación académica y profesional de sus autores, confluyen modos de hacer de desigual procedencia y, sin embargo, oportuna complementariedad, en relación a la holografía.

Udías, en su libro *Breve historia de la física*, habla de la necesidad de la actualización de las preguntas de la ciencia sobre la propia ciencia; citando a Bohr en 1927, añade:

“Nuestra interpretación del material experimental descansa esencialmente sobre conceptos clásicos [...] Es un error pensar que el fin de la física es encontrar cómo es la naturaleza. La física trata de lo que nosotros podemos decir sobre la naturaleza” (Udías, citando a Bohr, 2019:216).

Encontramos entonces, por un lado, la metodología de resolución de proyectos:

- Análisis de necesidades: oportunidad de crear una actualización de la enseñanza de la holografía en centros universitarios españoles.
- Estudio de respuestas: recopilación de una gran cantidad de información hallada de manera diferenciada.
- Preparación de contenidos: clasificación de la información estableciendo puntos en común y peculiaridades de cada uno, en una tabla.
- Diseño de soporte de información virtual y/o físico: volcado de la información, mediante diferentes estrategias gráficas-analíticas.

La recopilación de información se ha realizado a través de soporte digital, accediendo a las programaciones docentes de las universidades españolas, según el Listado de Universidades Públicas y Privadas, publicado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, s.f.).

A partir de consulta de las guías docentes *online* de las universidades públicas españolas, entre agosto y octubre de 2024, se ha realizado un análisis y extracción de la información presente en ellas sobre la mención y enseñanza de la holografía en los estudios de Grado ofertados, en cada caso. Toda esta información se ha organizado en una tabla de trabajo guía, recogiendo, caso por caso, los siguientes parámetros de información: universidad, provincia, facultad/departamento, Grado, asignatura/laboratorio/GIR, carácter, curso, cuatrimestre/semestre, créditos ECTS, vínculo URL, docentes responsables, comentario, fecha de consulta, e-mail de contacto. El contenido de esta información se ha ordenado y reflejado a través de las figuras del presente artículo.

Por otro lado, la metodología propia del método etnográfico:

- Realización de entrevistas con personas-profesionales que conocen de primera mano nuestro objeto de estudio.
- Toma y recogida de datos, de manera directa (apuntes, fichas y/o documentos guiados) y/o indirecta (grabación consentida para posterior extracción de la información).

Hemos tenido la oportunidad de encontrarnos con algunos de los principales referentes de la holografía en ámbito nacional, tanto a nivel académico como en el contexto artístico (José Antonio Quintana, Jesús Atencia, Julio Ruíz, Pepe Buitrago, Narcís Rovira...). El contacto directo, tanto en persona (gracias fundamentalmente a nuestro encuentro en la exposición “Rastreo Holográfico”, inaugurada el 5/10/2024 en el Centro de Holografía y

Artes Dados Negros), como por vía telefónica o por correo electrónico, nos ha permitido, en primer lugar, anticipar puntos de interés donde debíamos concentrar esfuerzos; y, en segundo lugar, verificar gran parte del contenido recopilado en la elaboración de la tabla, constatando de primera mano algunos aspectos relevantes para reflejar la realidad que nos ocupa, de actualización de la presencia de la enseñanza de la holografía en estudios de Grado en centros universitarios españoles.

## Resultados

La presente investigación tuvo lugar entre los meses de agosto y octubre de 2024, por lo que algunos de los datos mostrados podrían no corresponderse en algún caso con la realidad presente, dado que, debido al cambio de curso académico, los programas docentes hubieran podido variar en este periodo de tiempo frente al inicio de un nuevo curso (*Ver Figura 4*).



**Figura 4.** Mapa de España, con indicación de centros universitarios clasificados según la presencia de la holografía en sus Grados. En rojo, aquellas universidades que no hacen mención a contenido dedicado a la holografía, ni como temario ni como bibliografía señalada; en amarillo, aquéllas que, si bien no tienen asignaturas específicas de Grado, sí la mencionan en ciertas bibliografías, o hay investigaciones vinculadas a la holografía en la universidad; por último, en verde, aquellos centros donde la holografía sí está presente, tanto en la bibliografía recomendada como en el temario de asignaturas concretas (Fuente: elaboración propia).

La figura anterior muestra un estado del arte actualizado entre los meses de agosto y octubre de 2024, acerca de la presencia de la enseñanza de la holografía en estudios de Grado, en centros universitarios españoles. Cabe señalar que, durante este periodo, hemos constatado cómo algunas asignaturas se han desplazado de Grado a Máster, derivando todo o parte de su contenido relacionado. En términos generales, los resultados visibles del gráfico evidencian la baja presencia de la holografía en los centros educativos universita-

rios hoy en día. A continuación, se comenta la relación de los estudios que contemplan la holografía dentro de las universidades españolas.

En **Andalucía**, la Universidad de Córdoba (UCO) y la Universidad de Granada (UGR) han incorporado esta materia en las asignaturas obligatorias Óptica II y Óptica Física II (6ECTS cada una), de los Grados de Física y Óptica y Optometría, respectivamente, en las facultades de ciencias (en ambos casos en tercer curso). En Córdoba encontramos como principal docente implicado al profesor Jorge Hidalgo Aguilera; en Granada, la profesora Ana Carrasco Sanz figura como docente de teoría, acompañada por José Antonio Díaz Navas, y de práctica, acompañada por Antonio García Beltrán. Si bien en ambos casos se incide en la holografía en relación con la óptica de Fourier, en Granada el contenido holográfico parece tener una presencia ligeramente mayor, lo que se refleja también en el número de referencias bibliográficas que aportan desde la asignatura. Por otro lado, la Universidad de Sevilla (US) ofrece la asignatura Holografía y Visualización 3D (4,5 ECTS), dentro del cuarto curso en Grado en Ingenierías de las Tecnologías de la Comunicación, la cual aborda la holografía física desde los fundamentos hasta la relación con los dispositivos de visualización 3D.

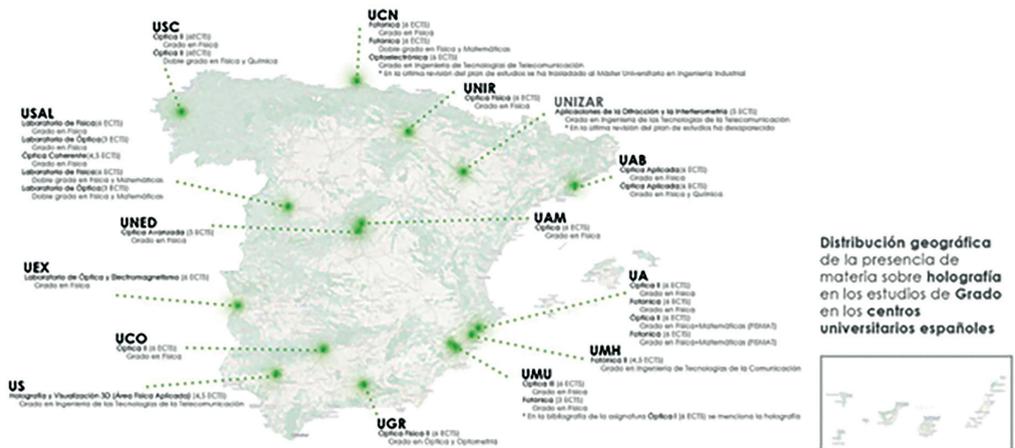
En **Aragón**, hemos observado que, durante el periodo de análisis de los planes de estudios que atañen al presente artículo, la presencia de la holografía se ha visto afectada, pasando de estar específicamente mencionada en el Grado en Física de la Universidad de Zaragoza (UNIZAR), a través de una asignatura optativa de cuarto curso, a desaparecer de dicho plan de estudios. Gracias al contacto directo con personal implicado en la investigación con holografía perteneciente a esta universidad, sabemos que, a pesar de haber desaparecido de los temarios del Grado, sí se mantiene como objeto de interés en algunos estudios posteriores tales como Máster o Doctorados.

En **Cantabria**, específicamente en la ciudad de Santander, la holografía se estudia en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Cantabria (UCN). Esta materia se aborda en el Grado en Física y en el Doble Grado en Física y Matemáticas a través de la asignatura Fotónica (optativa en los cursos 4º y 5º, respectivamente, a cargo del profesor Manuel Pérez Cagigal), en la parte del temario asociada a la óptica de Fourier (6 ECTS, en ambos casos). Hasta el curso 2023-2024 parece que en el Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación también se abordaba la holografía mediante la asignatura “Optoelectrónica”, aunque con la nueva programación esta asignatura se ha trasladado a estudios de Máster, donde la holografía no figura como parte específica del temario (si bien prácticamente toda la bibliografía está directamente relacionada con ella).

En **Castilla y León**, encontramos un sólido punto de apoyo en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca (USAL). Desde su Grado en Física, la holografía está presente en las asignaturas Laboratorio de Física (básica), Laboratorio de Óptica (obligatoria), y Óptica Coherente (optativa), pertenecientes a 1º, 3º y 4º curso, con una asignación de 6, 3 y 4,5 ECTS, respectivamente (total: 13,5ECTS). Con un numeroso equipo docente implicado en la investigación (el profesor Íñigo Juan Sola Larrañaga, por ejemplo, ha colaborado en proyectos comunes con la UNIZAR relativos a la fabricación de HOE's) y la enseñanza de estas asignaturas, se intenta familiarizar al alumno con la holografía durante toda la carrera, desde un sencillo registro y reconstrucción de hologramas como parte de las prácticas contempladas en 1º, a una construcción y caracterización de una red de

difracción holográfica como parte del corpus teórico (3º), llegando a registrar y reconstruir hologramas de transmisión y reflexión como parte de los objetivos principales de la asignatura (4º). Además, dentro de la programación de esta última asignatura, tienen un tema exclusivamente dedicado a la holografía, denominado “Holografía y Formación de Imagen”, así como realizaciones prácticas de holografía más compleja en laboratorio. Las dos asignaturas de laboratorio mencionadas forman parte también del contenido de la doble titulación Grado en Física y en Matemáticas (manteniendo la asignación de créditos, aunque el Laboratorio de Óptica se imparte en 4º curso, en este caso). En la Universidad Pontificia de Salamanca (UPSA) no se registran evidencias de la presencia de la holografía como materia contenida en los estudios de ninguno de sus Grados; tan sólo se ha encontrado la publicación de un capítulo de libro (2022) que la menciona: “Los hologramas como formato de publicidad exterior: de la ciencia ficción a la realidad”, sin haber tenido acceso a su contenido. Por último en esta comunidad, en la Universidad de Valladolid (UVa), hemos encontrado una tesis de 1983, titulada “Contribución al diseño y construcción de elementos ópticos utilizando hologramas de volumen y fase”, dirigida por Manuel Quintanilla Montón, presentada por Ángel Máximo de Frutos Baraja (hoy catedrático de la universidad, especializado en temas de la atmósfera); y otra tesis, de María Victoria Collados Collados (2006), titulada “Lentes holográficas para procesadores ópticos acromáticos y anamórficos”, dirigida por Manuel Quintanilla y Jesús Atencia Carrizo.

En Cataluña, la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB) ofrece enseñanza de holografía directamente a través de la asignatura de Óptica Aplicada, en el primer semestre de 4º curso (con una asignación de 6 ECTS), tanto en el Grado en Física como en el Grado en Física y Química, a cargo en ambos casos de los profesores Irene Estévez Caride y Ángel Lizana Tutusaus. La holografía se presenta aquí como principal punto de la asignatura, con desglose en índice temático por los diferentes tipos de hologramas, incluyendo así mismo prácticas de laboratorio específicas de holografía. En la *Universitat de Barcelona* (UBA) no hemos encontrado evidencias de que se imparta materia de holografía en los Grados. Sin embargo, sí destacamos una noticia que tiene que ver con la holografía: “Un proyecto de la UB combinará la holografía y las ondas gravitacionales para dar respuesta a retos irresueltos de la cosmología y la astrofísica”, en la Facultad de Física, dentro del *Departament de Física Aplicada*. En la *Universitat Politècnica de Catalunya* (UPC), pese a no haber hallado tampoco mención de la holografía en los Grados, sí destacamos un trabajo publicado que hace clara mención a la holografía, titulado “Técnicas y algoritmos para la adquisición, transmisión y visualización de escenas 3D”, publicado en 2008, por Diana Beltrán Guerrero y Luis Basáñez Villaluenga, desde el IOC (*Divisió de Robòtica*). Por último en esta comunidad, la Universidad de Girona (UDG), tampoco tiene actualmente programación de Grados dedicada a la holografía actualmente, aunque sí hemos encontrado una guía docente provisional de la asignatura de Óptica en 2007, donde se menciona la holografía, y el buscador de la página de la universidad remite al Dr. Jordi Farjas Silva como vinculado a la misma.



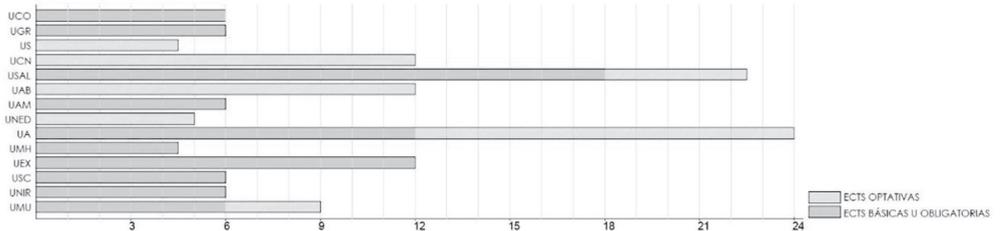
**Figura 5.** Gráfico que muestra la actual distribución geográfica de la presencia de créditos correspondientes al contenido relacionado con la holografía contemplado dentro de los planes de estudios de asignaturas de Grado en las universidades españolas (Fuente: elaboración propia).

En la **Comunidad de Madrid**, sólo dos (de sus más de veinte) universidades incluyen la holografía en sus programas de Grado. En la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), la Facultad de Ciencias ofrece, dentro de su Grado en Física, la asignatura de Óptica, obligatoria en el primer semestre del tercer año (6 ECTS), a cargo del profesor Herko Piet van der Meulen, enseñando los fundamentos de la holografía, sus tipos y aplicaciones, como parte del contenido relacionado con las aplicaciones del láser. La Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), también desde el Grado en Física, ofrece la asignatura Óptica Avanzada (a cargo de los profesores Juan Pedro Sánchez Fernández, Pablo Domínguez García y Mikel Sanz Monasterio.), optativa durante el primer semestre de cuarto curso (5 ECTS), incidiendo en el procesado holográfico, los diferentes tipos de hologramas, y sus diferentes aplicaciones prácticas. La Universidad Complutense de Madrid (UCM) no tiene docencia sobre holografía en ninguno de sus Grados, pero sí se contempla a través de la asignatura Óptica Digital, del Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas. En la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) hemos podido encontrar una guía docente del curso 2016-2017 donde se hace mención a la holografía, dentro del Grado en Ingeniería Informática, de la asignatura Sistemas Foelectrónicos (código UPM: 105000037); también deberíamos mencionar la tesis de Fernando J. Terán Sierra (1995), titulada “Estudio teórico de holografía digital en color. Sus posibilidades con la tecnología actual”; y un artículo firmado por varios profesores de la UPM (2011), titulado “Componentes holográficos sintonizables con redes ópticas”. Por último, en la Universidad de Alcalá (UAH), destacaríamos una comunicación sobre la exposición (2018) titulada “Foto-

*grafía científica*: nueva exposición de Luis Monje con cientos de imágenes que comunican ciencia, donde se hace mención a la holografía como técnica de generación de imágenes para la comunicación científica.

En la **Comunidad Valenciana**, destaca la Universidad de Alicante (UA). Ya conocida por su interés en la holografía, sobre todo en el campo de investigación del desarrollo de fotoreceptores (desde que montaran el laboratorio a final de los sesenta, bajo la dirección de Justo Oliva), la UA es otro de los pilares de la enseñanza de la holografía en España. Desde la Facultad de Ciencias y el Edificio de Óptica y Optometría, se oferta contenido relacionado en el Grado en Física, el Doble Grado en Física + Matemáticas (FISMAT) y el Grado en Óptica y Optometría (en éste último no se menciona la holografía, pero la alusión al estudio del láser en sus aplicaciones ópticas es recurrente en los planes de estudios de varias de las asignaturas que lo componen). En los dos primeros, se imparten las asignaturas de Óptica II y Fotónica (con 6 ECTS cada una en ambas carreras), a cargo de Carmen Vázquez Ferri y de María Inmaculada Pascual Villalobos, respectivamente. La asignatura de Óptica II, introduce al alumno al estudio de un sistema óptico como un sistema de transmisión de información, sentando las bases para abordar conocimientos más complicados, como la holografía; la asignatura de Fotónica tiene como objetivo general comprender aspectos básicos de la fotónica en procesos como la holografía, y como uno de los objetivos específicos se menciona el conocimiento y adquisición de destreza en un laboratorio de holografía. Otro anclaje importante de la holografía en la UA se apoya en el Grupo de Holografía y Procesado Óptico (GHPO), adscrito al Instituto Universitario de Física Aplicada a las Ciencias y las Tecnologías, al Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal (Escuela Politécnica Superior) y al Departamento de Óptica, Farmacología y Anatomía (Facultad de Ciencias), donde se desarrollan investigaciones en torno a materiales de registro holográfico y elementos ópticos holográficos (HOE's, por sus siglas en inglés), con muchos miembros implicados, bajo la dirección de Augusto Beléndez Vázquez y M<sup>a</sup>Inmaculada Pascual Villalobos. Otro punto de presencia explícita de la enseñanza de la holografía en Grados universitarios lo hallamos, en esta ocasión, en la Universidad Miguel Hernández (UMH), desde la Escuela Politécnica Superior de Elche, con la asignatura Fotónica, coordinada por Pablo Acebal González y Antonio Fimia Gil (dentro del Grado en Ingeniería de Tecnologías de la Comunicación), obligatoria en segundo semestre del segundo curso (4,5 ECTS), donde contemplan la holografía como práctica dentro de la unidad de Óptica Ondulatoria, bajo el título de "Difracción por una red holográfica"; desde el Departamento de Ciencia de los Materiales, Óptica y Tecnología Electrónica, se ha encontrado referencia a una asignatura denominada Óptica, con parte del profesorado coincidente con la anteriormente mencionada, aunque se desconoce su vigencia actual y la presencia que en ella pudiera tener la holografía como parte del temario propuesto. En cuanto a la Universidad de Valencia (UV), no hay evidencias de que se imparta materia de holografía en los estudios de Grado. Sin embargo, si hemos podido encontrar una Guía Docente del "Máster en Física Avanzada" donde se menciona (con Francisco Javier García Monreal, Manuel Martínez Corral y Genaro Saavedra Tortosa como coordinadores); también encontramos investigaciones recientes, relacionadas con la aplicación de la holografía en otros campos científicos, como es el caso del proyecto "Prometeo/2020/094 Holografía. Una vía para afrontar nuevos retos en biosensado" (colaboración entre la UV y la UPV,

con financiación de la Generalitat Valenciana. Investigador principal: Rosa Puchades Pla); así como patentes, como es el caso de: “Microscopio holográfico sin lentes para la medida de muestras dinámicas” (201323R-García, J), a cargo de Francisco Javier García Monreal y Martín Sanz Sabater. Por último, en la Universidad Jaume I de Castellón (UJI), el Grupo de Investigación en Óptica de la Universidad Jaume I de Castellón (GROC-UJI). Con Enrique Tajahuerce Romera y Gladys Mínguez Vega en coordinación, se dedica a la investigación en óptica y fotónica, básica y aplicada, que conduce a avances tecnológicos en los campos de la óptica computacional y la ciencia ultra-rápida, y tienen varias líneas de investigación relacionada con láser y óptica, y una específica de “Holografía digital” (Ver Figura 6).



**Figura 6.** Gráfico que muestra la totalidad de créditos correspondientes al contenido relacionado con la holografía contemplado dentro de los planes de estudios de asignaturas de Grado en las universidades españolas, señalando su carácter obligatorio u optativo dentro de los estudios (Fuente: elaboración propia).

En **Extremadura**, la Universidad de Extremadura (UEX), desde su Facultad de Ciencias, ofrece dentro de su Grado en Física, la asignatura Laboratorio de Óptica y Electromagnetismo, obligatoria en segundo semestre de tercer curso (6 ECTS), bajo la coordinación de Juan de Dios Solier García. Dentro del tema “Fenómenos de Interferencia” incluye la observación de hologramas, con prácticas de laboratorio.

En **Galicia**, destacamos la presencia de la holografía gracias a la Universidad de Santiago de Compostela (USC) con su asignatura de Óptica II, dentro del Grado en Física y del Doble Grado en Física y Química (en ambos casos en el segundo semestre de tercer curso, con asignación de 6 ECTS), coordinada por Jesús Liñares Beiras. Además, hay varias tesis científicas relacionadas con la holografía. En la Universidad de A Coruña (UDC), a pesar de no haber encontrado holografía en la oferta de contenidos de Grado, hemos hallado una tesis, defendida en 2014, titulada “Desarrollo de la reconstrucción digital de imágenes holográficas para su aplicación a ensayos no destructivos”, sobre la actualización de la utilidad de la captura holográfica en placas fotográficas o digitales. La Universidad de Vigo (UVI) tampoco contempla la holografía en su oferta de Grados; a modo de referencia, des-

tacamos una investigación titulada “*Hybrid optonumerical quasi Fourier transform digital holographic camera*” (2006), donde se profundiza en la aplicación de la holografía digital para una cámara. Sería interesante añadir que existe un Programa de Doctorado en Láser, Fotónica y Visión, que es común a las tres universidades mencionadas.

La Universidad Internacional de La Rioja (UNIR), desde su Grado en Física (modalidad *on-line*), oferta la asignatura Óptica Física, a cargo del profesor Ferran Acuña-Parés, obligatoria en el primer cuatrimestre de tercer curso (6 ECTS), cuya guía docente menciona brevemente la holografía, como una parte de las aplicaciones del temario aprendido en la asignatura. La Universidad de la Rioja (UR) no señala la holografía dentro del temario vinculado a sus Grados; aunque en el Grado en Química, dentro de la asignatura titulada “Láseres en Química”, encontramos numerosos contenidos relacionados.

En la Región de Murcia, destacamos el Grado en Física, de la Facultad de Química de la Universidad de Murcia (UMU). En él se incluyen contenidos de holografía en al menos dos asignaturas: Óptica I, obligatoria en el primer cuatrimestre de segundo curso (6 ECTS), es llevada por Enrique Josua Fernández Martínez, y propone bibliografía relacionada con la holografía; Óptica III, obligatoria en el primer cuatrimestre de cuarto curso (6 ECTS), es llevada por José Ignacio Iglesias Casarrubios, y contempla la holografía como un sistema de formación de imágenes; y Fotónica, optativa en el segundo cuatrimestre de cuarto curso (3 ECTS), a cargo de Norberto López, donde la holografía sí protagoniza uno de los temas de teoría y es el eje central en las prácticas de la asignatura.

Las comunidades autónomas de Canarias, Castilla La Mancha, Comunidad Foral de Navarra, Islas Baleares, País Vasco y Principado de Asturias no contemplan aparentemente la enseñanza de la holografía en la programación de los Grados universitarios ofrecidos. Tan sólo hemos podido hallar noticias de proyectos de investigación, normalmente de índole internacional, en los que trabajan con holografía, o múltiples y variados ejemplos de TFGs o tesis doctorales donde también la tratan de manera explícita, como es el caso de, por ejemplo, “Holografía: almacenamiento de imágenes en 3D”, de Pablo Álvarez López (2021), dirigida por José Ignacio Martín y Julio Ruíz García en la Universidad de Oviedo (UOV). En asignaturas como Fotónica, Láseres y Aplicaciones, del Grado en Física de la *Universitat de les Illes Balears* (UIB), pese a la obvia afinidad temática, no hemos hallado mención de la holografía en sus programaciones docentes. En el caso de la *Mondragón Unibersitate* (UMON), en Guipúzkoa, también encontramos asignaturas como Óptica y Fotónica, en su Grado en Física, pero no nos ha sido posible acceder a sus guías docentes, por lo que no hemos podido comprobar si la holografía presumiblemente se halla contemplada como parte de su temario. Como curiosidad final, el Boletín *Cultural Albacete* ha dedicado, a lo largo de su trayectoria, varios números con atenta dedicación a la holografía a través de exposiciones y artículos variados (podríamos señalar el número 11 y la memoria del curso 91-92, de 1987 y 1992, respectivamente).

## Conclusiones

A través de este análisis, de este *rastreo holográfico*, se identificaron tendencias y patrones que reflejan el estado actual y las posibles proyecciones futuras de la presencia de la holografía en la educación superior.

En primer lugar, debido al periodo de tiempo de búsqueda de los programas formativos, crítico en cuanto a la cercanía del final de un curso académico con el inicio del siguiente, se ha observado una situación significativa de disminución de la mención de la holografía en estos documentos. Bien porque dichos contenidos se han trasladado a posteriores formaciones más específicas, de máster o doctorado, o bien porque, sencillamente, se han dejado de impartir.

Tras hablar con algunos de los profesores mencionados, es reseñable destacar que, desde su experiencia docente, han acusado ese generalizado abandono del interés en la holografía por haberse visto obligados a retirar temario de las carreras que pasaron de Licenciatura a Grado (con la aplicación del Plan Bolonia, cuyos efectos se implantaron a partir de 2011). De hecho, a día de hoy, la que un día fuera novedosa inversión en la creación de laboratorios de óptica y holografía en muchas universidades a nivel nacional, no se ve ya correspondida con su uso actual, debido al cambio de intereses u ocupaciones en las programaciones docentes que coordinan el uso de dichos laboratorios.

Podríamos afirmar que, si bien el término *holografía* ha recobrado popularidad a nivel mediático, la grandísima mayoría de las alusiones actualmente corresponden a situaciones que no comparten los principios científicos ni conceptuales de esta disciplina: véase recreaciones 3D envolventes (visibles con mecanismos de VR), imágenes led sobre soportes móviles (tipo ventilador, cuyas aspas, por dicho movimiento se hacen imperceptibles frente al contraste con la imagen luminosa emitida), o las innumerables variaciones del Pepper's ghost en el mundo más relacionado con el espectáculo, por mencionar algunas (Barranco, 2017).

Otra de las conclusiones que podríamos obtener de este estudio es que, de hecho, debido al auge de las tecnologías audiovisuales, el interés por la holografía práctica (la que guarda relación con la perspectiva bien científica o bien artística, pero en todo caso preocupada por la comprensión de la naturaleza de la luz) se ha visto mermado progresivamente, hasta el punto de caer en una especie de olvido nostálgico, al menos en el mundo del arte. Otra suerte corre en el ámbito más científico, donde ha permanecido, aunque obviada, en un segundo plano, como recurso disciplinar de investigación que tiene relación directa con la interferometría, óptica y tratamiento e identificación de materiales (Álvarez, 2021).

En vista de la escasa presencia de la holografía como materia considerada en relación con técnicas de expresión o representación artística, se considera necesaria la atención a esta disciplina desde carreras universitarias vinculadas al arte, o cuyo discurso verse sobre la comprensión de la luz en algún sentido.

## Referencias bibliográficas

- Álvarez López, Pablo (2021). Holografía: almacenamiento de imágenes en 3D. (Tesis). Universidad de Oviedo
- Barranco Crespo, M. (2017). De la holografía a la imagen virtual: tecnologías de representación tridimensional y manifestaciones artísticas en el siglo XXI. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid
- Beléndez, A. (1996). Holografía: Generalidades. En A. Beléndez, Fundamentos de óptica para ingeniería informática (pág. 20). Alicante: Universidad de Alicante. Recuperado el 4 de 9 de 2023, de <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/11865>
- BCNspiracy (2020, octubre). Holografía: ciència o ciència ficció – Narcís Rovira [Video]. BCNspiracy 2019. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=yJGt0EeKqKc>
- CSIC Asturias. (2021, abril). Miradas CSIC Asturias. Julio Ruiz y Andrés Menéndez. Entrevista completa [Video]. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=nx7d1s6WgcM&ab\\_channel=CSICAsturias](https://www.youtube.com/watch?v=nx7d1s6WgcM&ab_channel=CSICAsturias)
- CSIC Divulga (2017). La Luz y la Holografía de campo profundo [Video]. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=3Z9x1NV2tLo&ab\\_channel=CSICDivulga](https://www.youtube.com/watch?v=3Z9x1NV2tLo&ab_channel=CSICDivulga)
- Cultural Albacete. (1987). Exposición de Hologramas en el Centro Cultural La Asunción, y La Holografía en España. Biblioteca Virtual de Castilla-La Mancha. <https://ceclmdigital.uclm.es/pdf.raw?query=id:0002408577&page=1&lang=en&view=prensa>
- Cultural Albacete. (1992). Hologramas. Objetos tridimensionales. Biblioteca Virtual de Castilla-La Mancha. <https://ceclmdigital.uclm.es/pdf.raw?query=id:0002408144&page=13&lang=en&view=global>
- Doval, Á. F., & Trillo, C. (2006, September). Hybrid optonumerical quasi Fourier transform digital holographic camera. In *Speckle06: Speckles, From Grains to Flowers* (Vol. 6341, pp. 217-222). SPIE.
- Integraf. (s.f.). Simple Holography: Easiest Way to Make Holograms. <https://www.integraf.com/resources/articles/a-simple-holography-easiest-way-to-make-holograms>
- Fernández Blanco, E., y Ramos Gutiérrez, M. (2022). Los hologramas como formato de publicidad exterior: de la ciencia ficción a la realidad. En *La nueva era comunicativa* (pp. 209-224). Thomson Reuters Aranzadi.
- Fundación Pepe Buitrago, Centro de Holografía y Artes Dados Negros. (s.f.). Dados Negros. <https://www.dadosnegros.com/>
- Jeong, T. H. (2013, febrero). Art-science, beauty-reason and holography. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 415, No. 1, p. 012062). IOP Publishing.
- Metrópolis. (2024, octubre). Dados Negros: Centro de Holografía y Arte. [Documental]. RTVE. <https://www.rtve.es/metropolis/dados-negros>
- Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. (s.f.). Listado de universidades públicas y privadas. <https://www.universidades.gob.es/listado-de-universidades/>
- Observatorio de la Producción Científica de la Universidad de Alicante. (s.f.). Publicaciones de investigadores. <https://observatorio-cientifico.ua.es/investigadores/358173/publicaciones>

- Santana Galván, J. (2021). Visualización de datos georreferenciados mediante holografía y realidad virtual. Grado en Ingeniería en Tecnologías de la Telecomunicación, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. <https://accedacris.ulpgc.es/handle/10553/111211>
- Sierra, F. J. T. (1995). Estudio teórico de holografía digital en color. Sus posibilidades con la tecnología actual (Doctoral dissertation, Universidad Politécnica de Madrid). [https://www.upm.es/Investigacion?fmt=detail&prefmt=articulo&id=91bc49d8bdf30310VgnVCM10000009c7648a\\_\\_\\_\\_\\_](https://www.upm.es/Investigacion?fmt=detail&prefmt=articulo&id=91bc49d8bdf30310VgnVCM10000009c7648a_____)
- Udías, A. (2019). Breve historia de la física. Madrid: Síntesis.
- Universidad de Alicante. (s.f.). Holografía y procesado óptico [Página web]. Instituto Universitario de Física Aplicada a las Ciencias y las Tecnologías (IUFACyT). <https://iufacyt.ua.es/es/grupos-de-investigacion/holografia-y-procesado-optico.html>
- Universidad de la Laguna. (31 de octubre de 2022). Ingenieros coreanos utilizarán un sensor patentado en la Universidad de La Laguna para mejorar imágenes tridimensionales. <https://www.ull.es/portal/noticias/2022/ingenieros-coreanos-utilizaran-un-sensor-patentado-en-la-universidad-de-la-laguna-para-mejorar-imagenes-tridimensionales/>
- Universidad de Santiago de Compostela. (2021). Láser, fotónica y visión [PDF]. [https://assets.usc.gal/sites/default/files/paragraphs/moreinfo/2021-04/laser\\_fotonica\\_vision\\_modif.pdf](https://assets.usc.gal/sites/default/files/paragraphs/moreinfo/2021-04/laser_fotonica_vision_modif.pdf)
- Universitat Jaume I. (s.f.). Grup de Recerca en Òptica de Castelló (GROC-UJI) [Página web]. <https://www.uji.es/serveis/ocit/base/grupsinvestigacio/detall?codi=087>
- Universidad Politécnica de Madrid. (2011). Componentes holográficos sintonizables con redes ópticas [Artículo web]. <https://www.upm.es/Investigacion>
- Varios. (s.f.). *Introducción a la holografía*. (F. P. Buitrago, Editor) Recuperado el 11 de 2023, de Datos Negros: <https://www.dadosnegros.com/introduccion-holografia/>
- Vincitorio, F. M. (2014). Desarrollo de la reconstrucción digital de imágenes holográficas para su aplicación a ensayos no destructivos.
- Voslion, T., & Escarguel, A. (2013, Febrero). An easy physics outreach and teaching tool for holography. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 415, No. 1, p. 012063). IOP Publishing.
- Walker, R. A. (2013, Febrero). Holograms as teaching agents. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 415, No. 1, p. 012076). IOP Publishing.
- Yamaguchi, T., & Yoshikawa, H. (2013, Febrero). New education system for construction of optical holography setup–Tangible learning with Augmented Reality. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 415, No. 1, p. 012064). IOP Publishing
- 3blue1brown (2024). How are holograms possible? [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=EmKQsSDlaa4>

---

**Abstract:** Holography, a technique originating from physics and developed in 1947, revolutionized visual perception and sparked an innovative intellectual, scientific, and artistic movement. This discovery enabled the recording of two-dimensional images that contain three-dimensional information, allowing them to change appearance depending on the viewing angle and lighting, providing a dynamic and immersive visual experience.

The implementation of holograms soon crossed scientific boundaries into other fields, and today, artists worldwide have adopted holograms to explore new frontiers of visual expression. However, its undeniable intellectual relevance has not been sufficiently acknowledged within the academic context of university education.

This study aims to review the presence of physical holography as part of educational programs in Spanish universities. Analyzing and verifying this data will allow us to understand the current state of teaching this practice as a representational mechanism and its evolution over recent years.

Understanding this situation, through a clear analysis of the current state, may serve as a starting point for future developments of methodologies and/or educational tools aimed at the didactic integration of holography into university teaching.

**Keywords:** Holography - University education - Teaching programs - Representation mechanism - Visual art

**Resumo:** A holografia, uma técnica baseada na física desenvolvida em 1947, revolucionou a percepção visual e deu origem a um movimento intelectual, científico e artístico inovador. Essa descoberta permitiu o registro de imagens bidimensionais contendo informações tridimensionais, de modo que, dependendo do ângulo de visão e da iluminação, elas variam em aparência, proporcionando uma experiência visual dinâmica e imersiva.

O desempenho dos hologramas logo transcendeu a fronteira da ciência para outros campos e, atualmente, artistas de todo o mundo adotaram os hologramas para explorar novas fronteiras da expressão visual. No entanto, sua indiscutível relevância intelectual não foi acompanhada de consideração suficiente no âmbito acadêmico do ensino universitário.

Este estudo tem o objetivo de analisar a presença da holografia física como parte dos programas educacionais nas universidades espanholas. A análise e a verificação desses dados nos permitirão conhecer o estado atual do ensino dessa prática como um mecanismo de representação e sua evolução nos últimos anos.

O conhecimento dessa situação, graças a uma análise clara do estado, pode servir como ponto de partida para futuros desenvolvimentos de metodologias e/ou ferramentas educacionais, visando à integração da holografia de forma didática no ensino universitário.

**Palavras-chave:** Holografia - Educação universitária - Programas de ensino - Mecanismo de representação - Arte visual - Arte visual

---