



Cortesia de Hughes Research Laboratories

UNA REVOLUCIÓN PARA LA ÓPTICA

CINCUENTA ANIVERSARIO DEL LÁSER

Augusto Beléndez

Este 2010 se cumplen cincuenta años desde que, el 16 de mayo de 1960, el físico e ingeniero estadounidense Theodore Maiman (1927-2007) obtuvo la primera emisión láser, precursora de uno de los más importantes y versátiles instrumentos científicos de todos los tiempos. Este año 2010 es, por tanto, muy importante no solo para los que desarrollamos nuestra investigación en el campo de la óptica, en mi caso en el de la holografía, y para otros investigadores de otras áreas que también utilizan láseres en su trabajo, sino también para el público en general, que prácticamente todos los días utiliza dispositivos provistos de láseres.

Los reproductores de CD, DVD y blu-ray, los punteros láser, las impresoras láser, los lectores de códigos de barras utilizados en muchos comercios o los sistemas de comunicaciones por fibra óptica que conectan la red global de Internet son solo algunos ejemplos de aplicación del láser en nuestra vida cotidiana. También el láser tiene importantes aplicaciones industriales, como el corte de piezas, la soldadura de metales, la guía de maquinaria y robots en cadenas de fabricación o la medición precisa de distancias, y aplicaciones biomédicas en diversos tratamientos quirúrgicos, en la eliminación de la miopía o en el tratamiento de ciertos tumores. El láser incluso se utiliza en los centros de belleza que continuamente nos bombardean con anuncios sobre depilación láser. Sin embargo, el láser es de gran importancia, no solo por sus múltiples aplicaciones científicas y comerciales o por ser la herramienta fundamental de diversas tecnologías punteras, sino porque fue un factor crucial en el renacer de la óptica que tuvo lugar en la segunda mitad del siglo pasado.

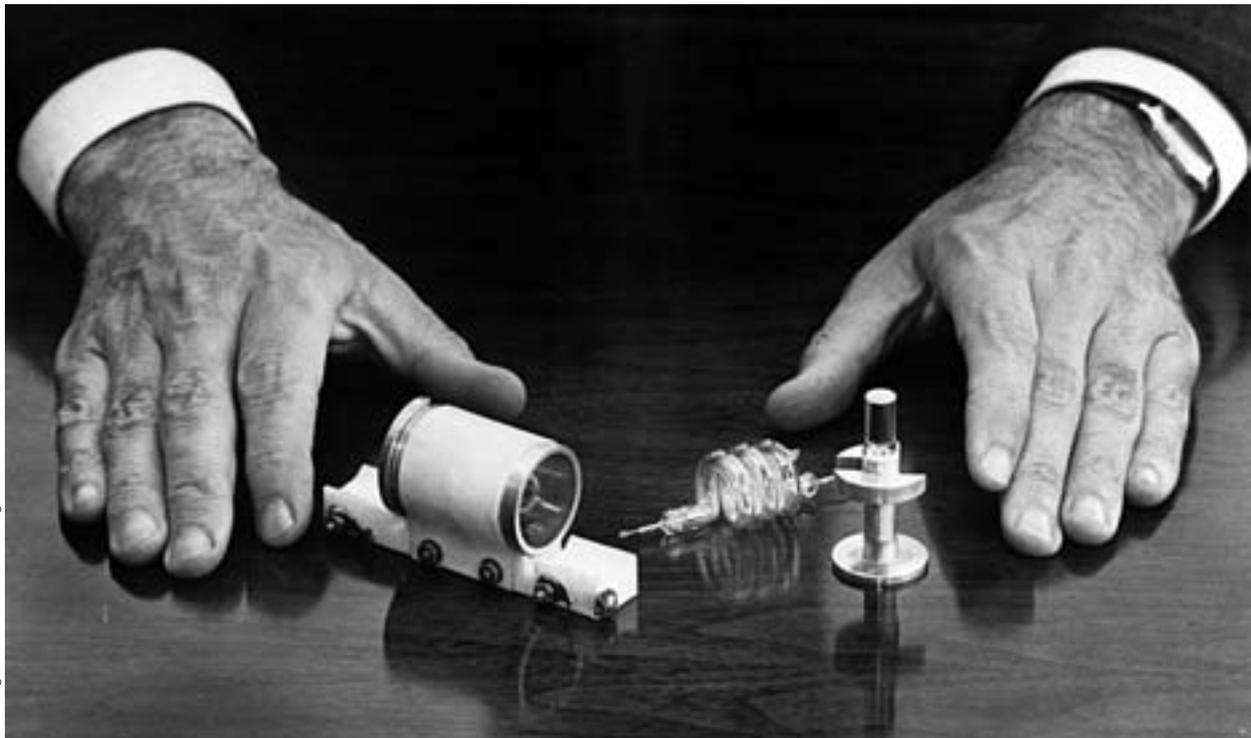
Alrededor del año 1950 muchos investigadores consideraban la óptica como una disciplina científica con un gran pasado, pero sin visos de tener un gran futuro (Kragh, 2007). En aquellos años eran los artículos científicos de otras partes de la física, como la física nuclear y de partículas, la física del estado sólido o la electrónica tras la invención del transistor, los que prácticamente copaban las revistas de física más prestigiosas. Sin embargo, el láser cambió esta percepción de forma drástica dando lugar a un desarrollo nuevo y vigoroso de la óptica. Puede decirse, sin ries-



Cortesía de Hughes Research Laboratories

Theodore Maiman junto a la varilla de rubí rodeada por el *flash* en espiral. El presidente de la empresa Hughes contrató a un fotógrafo al que le gustaba capturar a las personas detrás de sus invenciones. Pero el primer láser era demasiado pequeño, por lo que el fotógrafo insistió en el uso de una lámpara de *flash* y una varilla de rubí más grandes que los que había utilizado originariamente Maiman.

**«FUE UN ARTÍCULO PUBLICADO EN 1958
POR DOS FÍSICOS, CHARLES TOWNES
Y ARTHUR SCHAWLOW, EL QUE PUSO
LAS BASES TEÓRICAS QUE PERMITIERON
A MAIMAN CONSTRUIR EL PRIMER LÁSER
EN 1960»**



El primer láser de Maiman, desmontado entre las que seguramente son sus manos en una imagen de 1987. Se puede observar el flash en forma de espiral y, a la derecha, el cristal cilíndrico de rubí.

go a equivocarse, que el láser fue el revulsivo que reactivó muchos campos de la óptica de forma explosiva, como la holografía, dando lugar además a otros nuevos como la optoelectrónica, la óptica no lineal o las comunicaciones ópticas.

La importancia del láser en nuestra sociedad es evidente. El mismo presidente de EE UU, Barack Obama, envió el pasado mes de mayo un mensaje presidencial a los responsables de LaserFest¹, iniciativa puesta en marcha en EE UU para celebrar el cincuenta aniversario del funcionamiento del primer láser de trabajo y educar al público en general sobre los beneficios de este dispositivo. El mensaje señalaba que el láser es «uno de los inventos más importantes y versátiles del siglo XX» y reconocía que el «trabajo teórico intensamente creativo» que condujo al desarrollo del láser fue «seguido por una ingeniería innovadora y una espectacular diversidad de aplicaciones que han proporcionado beneficios económicos inimaginables inicialmente». Obama conti-

nuó diciendo que espera «con verdadera emoción los nuevos avances en este campo y las nuevas aplicaciones seguramente hoy aún impensables». La Cámara de Representantes de los EE UU también se ha referido a las celebraciones del cincuenta aniversario del láser y a la importancia que tiene este avance en la sociedad y la economía del país, en su resolución 1310 titulada *Recognizing the 50th anniversary of the laser*.

■ EL NACIMIENTO DEL LÁSER

El láser es un dispositivo capaz de generar un haz de luz que posee una intensidad mucho mayor que la luz emitida por cualquier otro tipo de fuente luminosa. Además presenta la propiedad de la coherencia, de la que, por lo general, carecen los haces luminosos ordinarios. La dispersión angular del haz del láser es mucho más pequeña, por eso observamos la emisión del rayo láser como un hilo rectilíneo de luz. La palabra *láser* es en realidad un acrónimo formado por las iniciales de *Light Amplification by Stimulated Emission*

«LA PALABRA 'LÁSER'
ES EN REALIDAD UN
ACRÓNIMO FORMADO POR
LAS INICIALES DE 'LIGHT
AMPLIFICATION
BY STIMULATED
EMISSION OF RADIATION'
('AMPLIFICACIÓN DE LUZ
POR EMISIÓN ESTIMULADA
DE RADIACIÓN')»

¹ <http://www.laserfest.org>

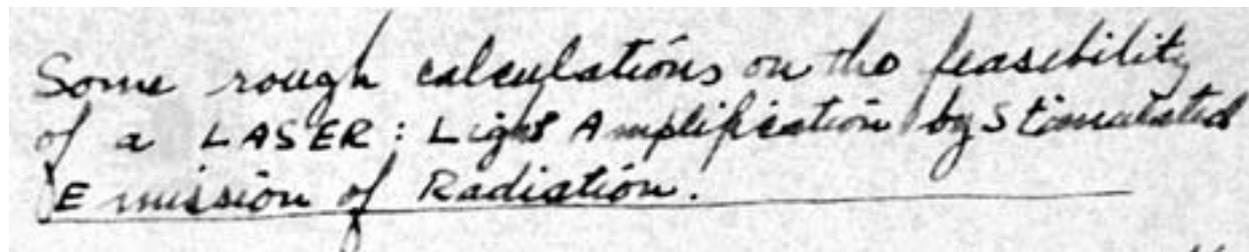
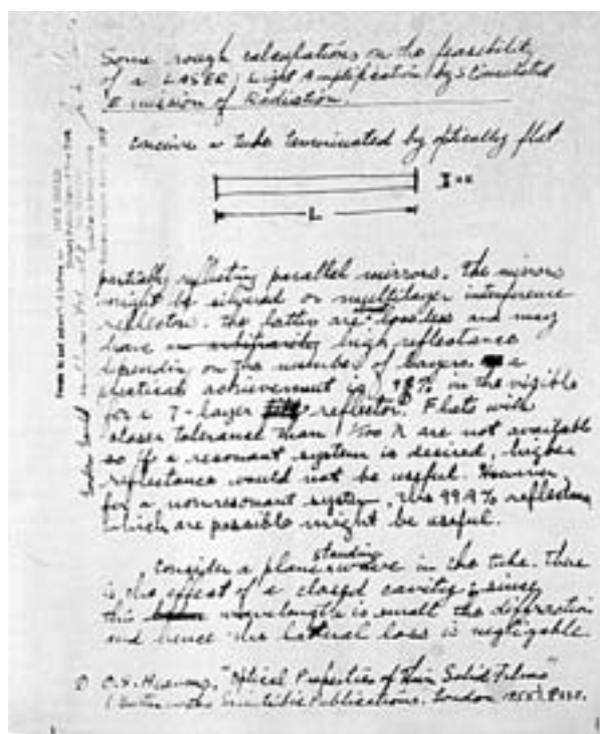
sion of Radiation (“amplificación de luz por emisión estimulada de radiación”).

Aunque el desarrollo de este dispositivo tiene sus orígenes en un trabajo de Einstein sobre emisión estimulada de radiación publicado en 1916, fue un artículo publicado en 1958 por dos físicos, Charles Townes (1915) y Arthur Schawlow (1921-1999), titulado *Infrared and Optical Masers* (Schawlow y Townes, 1958), el que puso las bases teóricas que permitieron a Maiman construir el primer láser en 1960 en los laboratorios de investigación Hughes, en California, utilizando como medio activo un cristal cilíndrico de rubí sintético, óxido de aluminio con pequeñas impurezas de cromo, de un centímetro de largo, con sus bases espejadas. Constituyó, por tanto, el primer resonador óptico activo de la historia.

Hughes Research Laboratories (HRL) fue una compañía privada de investigación fundada en 1948 por el magnate Howard Hughes, excéntrico multimillonario, aviador, ingeniero autodidacta, productor de Hollywood y empresario, al que diera vida en el cine Leonardo DiCaprio en la película de 2004 *El aviador*, dirigida por Martin Scorsese. Los ejecutivos de los HRL dieron a Maiman nueve meses, 50.000 dólares y un ayudante con el objetivo de que consiguiera la primera emisión láser. Maiman pensó en utilizar para excitar ópticamente el medio activo una lámpara de un equipo de proyección de cine, pero fue su ayudante el que tuvo la idea de iluminar el cristal de rubí con un *flash* fotográfico que Maiman enrolló en espiral en torno al cristal cilíndrico de rubí. Con este diseño tan simple Maiman le ganó la partida a numerosos equipos de investigación que venían trabajando en el «máser óptico» en los últimos años de la década de 1950, en universidades y sobre todo en laboratorios de investigación de empresas privadas.

Una vez conseguida la primera emisión láser, Maiman envió un breve artículo a la prestigiosa revista *Physical Review*, pero se dice que los editores no lo aceptaron aduciendo que la publicación había anunciado que se estaban recibiendo demasiados artículos sobre el MASER (*Microwave Amplification by Stimulated*

Emission of Radiation) –el antecesor del láser en la región de las microondas– y había decidido que en el futuro todos los artículos sobre este tema serían rechazados, al no merecer ser publicados con urgencia. Otros piensan, sin embargo, que el editor rechazó el artículo posiblemente porque este no cumplía con la política de la publicación de admitir únicamente artículos que «contengan contribuciones significativas a la física de la naturaleza básica» (Kragh, 2007). Maiman, entonces, remitió su artículo a la prestigiosa revista británica *Nature*, realmente aún más selectiva que *Physical Review*, donde el artículo sobre la primera emisión de la luz láser salió a la luz (nunca más adecuada esta expresión que en este caso) el 6 de agosto de 1960 bajo el título «Stimulated Optical Radiation in Ruby», siendo Maiman su único autor. Este texto constaba apenas de 300 palabras,



Fue Gordon Gould quien acuñó el término *láser*, cambiando la *m* de *máser* por una *l*. En la imagen, primera página del cuaderno de laboratorio de Gordon Gould en el que define el término *láser*. En el margen izquierdo de la página, se puede apreciar el sello de un notario público de Nueva York con fecha de 13 de noviembre de 1957, el día en que se registró este documento en la notaría. En el detalle de la imagen, debajo, se puede leer la frase «some rough calculations on the feasibility of a LASER: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation».



© Augusto Beléndez / Colección del Museo de la Universidad de Alicante (MUA)

Fotografías de hologramas de reflexión del Tesoro de Villena realizados por José Antonio Quintana, del Centro de Holografía de la Universidad de Alicante, en 1984. El primer holograma de España lo había realizado el propio profesor Quintana en 1969, utilizando los láseres He-Ne.

por lo que es quizás el artículo especializado más breve jamás publicado sobre un descubrimiento científico de tal magnitud. En un libro publicado para celebrar el centenario de la revista *Nature*, Townes calificó el artículo científico de Maiman como «el más importante por palabra» de todos los «artículos maravillosos» que la prestigiosa revista había publicado en sus cien años de historia (Townes, 2003).

Con la aceptación oficial del artículo de Maiman en *Nature*, y antes de que se publicase el 6 de agosto, los laboratorios Hughes hicieron pública la noticia del funcionamiento del primer láser en su empresa convocando a los medios el 7 de julio de 1960. Fue el físico Gordon Gould, de la compañía privada Technical Research Group (TGR), el que cambió la «M» de *máser* por la «L» de *láser*, además de ser también el que se dio cuenta de la posibilidad de fabricar un resonador óptico eficiente, que disponía de dos espejos en forma de un interferómetro Fabry-Pérot (Michinel, 2010), lo que anotó en su cuaderno de laboratorio en 1957, además de ser el primero que utilizó el término *láser* en la forma *Light Amplification by Stimulated Emission of*

**«EL LÁSER ES DE GRAN
IMPORTANCIA, NO SOLO POR
SUS MÚLTIPLES APLICACIONES
CIENTÍFICAS Y COMERCIALES, SINO
PORQUE FUE UN FACTOR CRUCIAL
EN EL RENACER DE LA ÓPTICA QUE
TUVO LUGAR EN LA SEGUNDA MITAD
DEL SIGLO PASADO»**

**«TRANSCURRIÓ MUY POCO TIEMPO
DESDE QUE EL LÁSER PASARA
DE SER UNA CURIOSIDAD SIN
APLICACIONES A SER UNA FUENTE
CASI INAGOTABLE
DE DESARROLLOS CIENTÍFICOS
Y TECNOLÓGICOS»**



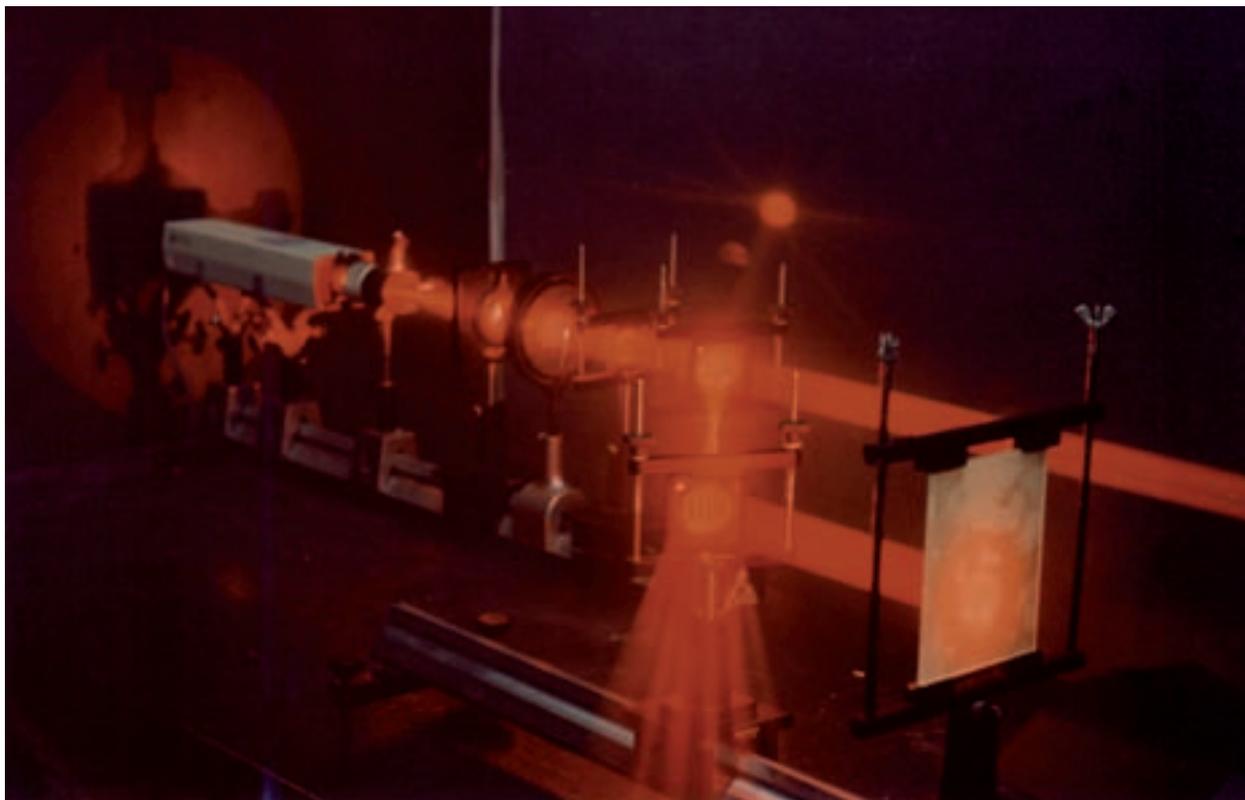
Radiation. Precisamente, el término *láser* para denominar a este nuevo dispositivo es el que se impuso frente a la denominación *máser óptico*, propuesta por Townes (Schawlow y Townes, 1958). Gordon Gould fue un investigador marginado inicialmente por el *establishment* científico de la época (Michinel, 2010), pero con el tiempo consiguió el reconocimiento como uno de los pioneros del láser². De hecho, en otoño de 1957 Gould ya había esquematizado cómo podría construirse un láser.

Transcurrió muy poco tiempo desde que el láser pasara de ser una curiosidad sin aplicaciones a ser una fuente casi inagotable de desarrollos científicos y tecnológicos, ya que el primer láser comercial llegó al mercado apenas un año después; en 1961 se pusieron a la venta los primeros láseres de helio-neón (He-Ne), uno de los más conocidos y utilizados desde entonces. Este tipo de láser fue desarrollado en los Bell Laboratories y se trata de un láser de gas que opera con átomos de neón excitado por colisiones con átomos de helio. Esto supuso un gran avance, ya que dio lugar al primer láser de emisión continua. Sin embargo, los láseres más producidos

y versátiles de todos son los de semiconductores, de los que se produjeron 200 millones en el año 1988 (Kragh, 2007). El primer láser de este tipo data de 1962 y usaba cristal de arseniuro de galio. En esos primeros años, entre 1960 y 1970, ninguno de los investigadores que trabajaron en el desarrollo del láser –la mayoría pertenecientes a laboratorios de empresas privadas como los ya mencionados de la Hughes, los de IBM, General Electric o los laboratorios Bell– podría haber imaginado de qué forma los láseres transformarían en los siguientes cincuenta años no solo la ciencia y la tecnología, sino nuestra vida cotidiana. El láser es un excelente ejemplo de cómo una teoría abstracta y aparentemente lejana de todo problema práctico, la mecánica cuántica, resulta tener una extraordinaria importancia en nuestra vida diaria (Azcárraga, 2007).

Maiman, sorprendentemente, no fue galardonado con el premio Nobel de física por su hazaña, aunque fue nominado en varias ocasiones. Sí lo obtuvieron, sin embargo, Townes en 1964 y Schawlow en 1981. Townes, en su discurso con motivo de la recepción del premio Nobel, hizo múltiples referencias al trabajo de Maiman, a los láseres y a sus aplicaciones. Desde que Townes recibiera el premio Nobel de física en 1964, más de una docena de

² Podéis encontrar más información sobre los pioneros del láser en: <http://laserfest.org/lasers/pioneers/people.cfm>



© A. Beléndez, *Filtro holográfico variable*. Tesis de licenciatura. Departamento de Óptica, Universitat de València, 1988.

Láser He-Ne iluminando un montaje óptico formado por dos lentes holográficas en el laboratorio de Óptica de la Universidad de Alicante. Esta universidad fue una de las pioneras del estado español en la aplicación del láser a la investigación.

estos premios han estado relacionados con el láser, como el de Gabor de 1971 por la «invención de la holografía». Precisamente este campo de investigación, como ya he señalado con anterioridad, fue reactivado de forma «explosiva» gracias a la invención del láser y en el año 1964 los físicos Leith y Upatnieks, de la Universidad de Michigan, presentaban públicamente los primeros hologramas realizados con láser (Beléndez, 2007).

■ EL LÁSER EN ESPAÑA

Sin embargo, quienes en la Universidad de Alicante trabajamos en investigaciones que tienen al láser como instrumento fundamental no solo tenemos que celebrar con satisfacción este cincuenta aniversario del láser, sino que además debemos también celebrar la relación que siempre ha existido entre el láser y su universidad. En 1968, tan solo ocho años después del anuncio de la primera emisión láser conseguida por Maiman en California, y

justo el año en el que se creó en Alicante el Colegio Universitario, antecesor de la Universidad de Alicante y dependiente de la Universitat de València, se montó en la entonces División de Ciencias un Laboratorio de Óptica que disponía de algunos de los primeros láseres de He-Ne vendidos en España. En este laboratorio, dirigido por el profesor Justo Oliva, varios recién licenciados en Ciencias Físicas procedentes de la Universitat de València

empezaron a trabajar, junto con el resto de componentes del laboratorio, bajo la orientación del Departamento de Óptica de la Facultad de Ciencias de la Universitat de València, en lo que serían seguramente las primeras investigaciones sobre holografía de España.

La Universidad de Alicante es, por tanto, una de las pioneras de entre las universidades españolas en el uso del láser en investigación y así, por ejemplo, el primer holograma de nuestro país lo realizó en Alicante el profesor José Antonio Quintana en 1969 utilizando esos

**«LA UNIVERSIDAD
DE ALICANTE ES UNA
DE LAS PIONERAS DE
ENTRE LAS UNIVERSIDADES
ESPAÑOLAS EN EL USO DEL
LÁSER EN INVESTIGACIÓN.
EL PRIMER HOLOGRAMA DE
NUESTRO PAÍS LO REALIZÓ
EN ALICANTE EL PROFESOR
JOSÉ ANTONIO QUINTANA
EN 1969»**

primeros láser de He-Ne (Beléndez, 2007). En 1979 se celebró en Madrid la primera exposición de holografía de España, organizada por el Laboratorio de Óptica de la Universidad de Alicante y el Departamento de Óptica de la Universitat de València, y desde entonces son muy diversas las exposiciones en las que participa el Laboratorio de Óptica. A mediados de la década de 1980 se realizaron una serie de hologramas por reflexión sobre el Tesoro de Villena en la Universidad de Alicante. Además, la primera tesis doctoral realizada en el entonces Colegio Universitario de Alicante, defendida en 1976, también hacía uso del láser como instrumento fundamental, así como las dos siguientes, defendidas en 1977.

Gracias al Repositorio Institucional de la Universidad de Alicante (<http://rua.ua.es>) hoy podemos tener acceso a estas tres tesis «iniciáticas» en el uso del láser en Alicante. Por tanto, el láser no es solo un dispositivo científico fundamental que además ha traspasado la frontera de los grandes laboratorios de investigación para instalarse de forma natural en nuestra vida cotidiana, sino que este maravilloso instrumento científico ha estado ligado a la Universidad de Alicante desde sus comienzos. Por este motivo, al recordar el cincuenta aniversario del láser en este artículo, no solo me estoy refiriendo a la celebración de la primera emisión láser conseguida por Maiman en Malibú, lo cual desde luego es importante por sí mismo y por todas sus consecuencias, sino que también estamos celebrando las bodas de oro de un instrumento científico utilizado en la Universidad de Alicante desde que esta comenzó su andadura en 1968 como Colegio Universitario dependiente de la Universitat de València. 🍷

BIBLIOGRAFÍA

- AZCÁRRAGA, J. A., 2007. *En torno a Albert Einstein, su ciencia y su tiempo*. Publicaciones de la Universitat de València. Valencia.
- BELÉNDEZ, A., 2007. *Holografía: ciencia, arte y tecnología*. Lección inaugural, curso 2007-2008. Universidad de Alicante. Alicante. Disponible en: <<http://hdl.handle.net/10045/12003>>.
- EINSTEIN, A., 1917. «Zur Quantentheorie der Strahlung». *Physikalische Zeitschrift*, 18: 121-128.
- HECHT, J., 1992. *Laser Pioneers*. Academic Press. Boston.
- KRAGH, H., 2007. *Generaciones cuánticas. Una historia de la física del siglo XX*. Akal. Madrid.
- MAIMAN, T. H., 1960. «Stimulated Optical Radiation in Ruby». *Nature*, 187 (4736): 493-494.
- MICHINEL, H., 2010. «El láser: 50 años de luz». *Revista Española de Física*, 24(1): 4.
- SCHAWLOW, A. L. y C. H. TOWNES, 1958. «Infrared and Optical Masers». *Physical Review*, 112: 1940-1949.
- TOWNES, C. H., 2003. «The first laser». In: GARWIN, L. y T. LINCOLN (eds.), 2003. *A Century of Nature: Twenty-One Discoveries that Changed Science and the World*. University of Chicago Press. Chicago.

Augusto Beléndez Vázquez. Catedrático de Física Aplicada y director del Instituto Universitario de Física Aplicada a las Ciencias y las Tecnologías de la Universidad de Alicante.



PASAJES
DE PENSAMIENTO CONTEMPORÁNEO
Primera época / PVP 10 €

32

Editorial / 9

DEMOCRACIA Y RETORICA
José Luis Ramírez. Progreso la Retórica al día / 9
Francisco Antonio Dela. Democracia comunicativa, educación intercultural y Neoliberalismo / 19
Luis Ramón Castellón. Retórica y política en la construcción mediática de la realidad social y política / 29
Victor Alonso Rosalere. La ciudadanía económica del Medievo europeo: democracia frente a la cultura / 39
Silvia Williamson. Thomas Hobbes y los comienzos del Estado moderno / 47
Javier Ruiz. La teoría de la política / 53

TEMAS
Enrique Bono. La especulación, la crisis económica y los límites medioambientales / 43
Manuel Barcia. Crisis financiera e información. La información contable y la estabilidad financiera: el debate en torno a las provisiones anticíclicas / 79
Andrés Garretaga. Crisis e incertidumbre de la política en el País Vasco / 91
Jorge Álvarez. Después de los paros (Agencia y Negri) / 107
Ignacio Carrón. El lugar del padre en la obra de tres poetas (José J. S. Noguea, J. M. G. Le Clezio, Ulises Perdomo) / 119

LIBROS
Julian Marabón. Vicio e los modelos contemporáneos (José Manuel Sain). El libro como tecnología, estética e filosofía en María Zambrano / 131
Jorge María Jordán Galibaf. El siglo XX y los grandes eventos empresariales (Joaquín Berg). Los grandes empresarios del siglo XXI / 135
Eduardo Manzo Zurita. Reflexión sobre la historia (Joaquín Ramos). Filosofía de la historia. Origen y desarrollo de la conciencia histórica / 139
Francisco Taran. La historia de la literatura como historia cultural (José Carlos Maeso). Modernidad y nacionalismo, 1918-1938 / 143

Pasajes 33
UNIVERSIDAD
EN TRANSFORMACIÓN
Nigal Biggar, Leemon McHenry, Peter Dougherty, Antoni Furió...
TEMAS
Amartya Sen
Sraffa, Wittgenstein y Gramsci
Alain Gras
Evolución técnica y cuestión ecológica
Ricard Meneu
El laberinto de la sanidad norteamericana
Rosa Sarabia
Novela negra y revolución en Cuba
Francisco Espinosa
El increíble caso de las fosas de Valencia
LIBROS
Teresa López Pardina, Vicente Sanfélix, Gonçal Mayos, Tomás Vives
PASAJES DE PENSAMIENTO CONTEMPORÁNEO
Universitat de Valencia
Fundación Cañada Blanch
Arts Gràfiques, 13 - 46010 València
pasajes@uv.es