

FOTÓNICA Y TECNOLOGÍAS DE LA LUZ EN CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE PATRIMONIO

Por Gabriel M. Bilmes y Mercedes Morita

Gabriel M. Bilmes

Prof. Dr. en Física

Laboratorio de Ablación, Limpieza y Restauración con Láser, Centro de Investigaciones Ópticas (CONICET-La Plata-CIC). Casilla de Correo 3, (1897) Gonnet, Argentina.

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata. Calle 1 y 47, La Plata, Buenos Aires, Argentina

gabrielb@ciop.unlp.edu.ar

Mercedes Morita

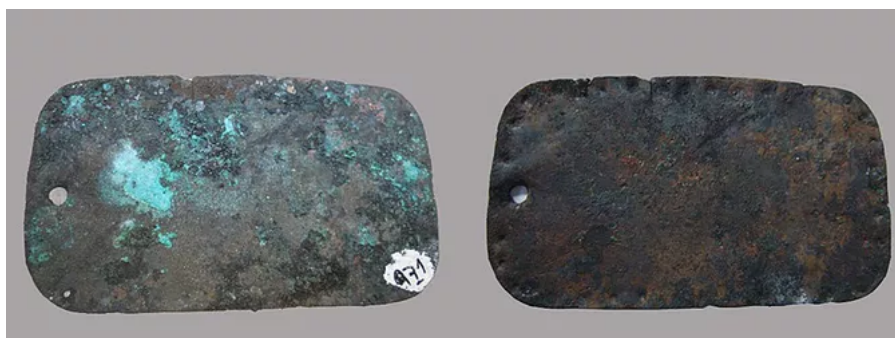
Lic. en Conservación y Restauración de Bienes Culturales

Laboratorio de Ablación, Limpieza y Restauración con Láser, Centro de Investigaciones Ópticas (CONICET-La Plata-CIC). Casilla de Correo 3, (1897) Gonnet, Argentina.

mercedesm@ciop.unlp.edu.ar

Desde la invención del láser en 1960, su influencia en las más diversas áreas de la ciencia y de la tecnología ha sido permanente y decisiva. La fuerte conexión que existe hoy en día entre la óptica y la electrónica ha dado lugar a nuevas áreas del conocimiento que vinculan estrechamente la física, la ingeniería, la química y otras disciplinas, en nuevos campos como la fotónica y las llamadas nuevas tecnologías de la luz. Una de las particularidades de estas nuevas áreas del conocimiento es que los estudios en investigación básica tienen, por un lado, una muy rápida transferencia tecnológica. Por otro lado, las aplicaciones generan permanentemente nuevos problemas en ciencia básica, especialmente en la física de materiales. El resultado es que estas nuevas tecnologías producen un impacto social creciente modificando rápidamente muchos aspectos de la vida cotidiana. En este marco, el desarrollo de técnicas láser ha permitido generar métodos e instrumentos de muy alta resolución y sensibilidad para obtener soluciones en los más variados campos del conocimiento, la industria y la producción.

Uno de los ámbitos donde este impacto es creciente es el de la conservación y restauración de objetos de valor patrimonial. La aplicación del láser y de técnicas fotónicas en este campo, se ha concentrado básicamente en tres grandes áreas. Por un lado en tratamientos de limpieza y preservación de objetos. Por otro lado en el desarrollo y aplicación de técnicas para el diagnóstico de estado, la caracterización de materiales y la identificación y autenticación de piezas [1,2] y finalmente el registro de imágenes y su procesamiento, especialmente en 3 dimensiones, para fines de documentación.



Placa metálica arqueológica. Antes y después de la restauración. Limpieza con láser y métodos tradicionales realizada en el Laboratorio de Ablación, Limpieza y Restauración con Láser, del Centro de Investigaciones Ópticas.

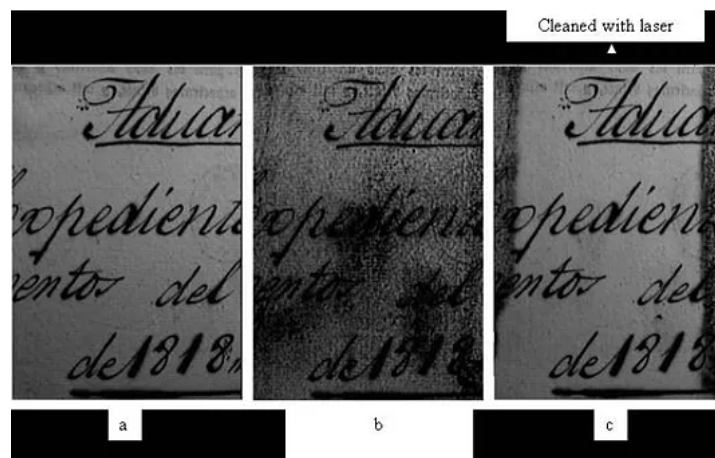
Los primeros trabajos de aplicación de la fotónica en el campo de la conservación datan del año 1973 y fueron iniciados por J. F. Asmus [3,4] (quien visitó nuestro país en el año 2006). En esos trabajos se aplicaron técnicas holográficas para la determinación del estado de conservación de esculturas venecianas y se estudió la interacción de la radiación de un láser pulsado de rubí sobre piedra y mármol. A partir de la década del 90, la limpieza con láser comenzó a utilizarse en forma sistemática en restauración de fachadas de edificios y catedrales [5,6]. Actualmente la aplicación del láser en la limpieza de materiales como mármoles, revoques y piedra está fuertemente consolidada, mientras que para el caso de otros materiales y superficies se requiere un mayor grado de investigación para definir las posibilidades y limitaciones de la técnica en cada caso. El éxito obtenido en la aplicación de la limpieza láser sobre mármoles y calizas se debe en gran parte al 'efecto autolimitante' que se produce en estos materiales ya que al ser claros, la fluencia (energía por unidad de área) que se requiere para eliminar la suciedad es mucho menor que la que produce un daño en el sustrato. [7].

Las técnicas de diagnóstico basadas en el uso de la luz son no-invasivas y apropiadas para el análisis in situ de aspectos tales como composición, estado estructural y de conservación y autenticación de los objetos. Entre las más destacadas se pueden mencionar la

generalmente para el análisis e identificación de componentes orgánicos como resinas, almidón y proteínas); la Fluorescencia inducida con Láser (LIF); (para el análisis composicional de moléculas) las espectroscopias hiperespectrales (que ayudan a revelar características invisibles al ojo humano y así obtener información específica sobre la composición de pigmentos y consolidantes, entre otros), las técnicas de procesamiento por imágenes, y la tomografía óptica coherente (por ejemplo, para la reconstrucción 3D de un objeto, o para detectar fisuras y otros deterioros mecánicos) [10, 11, 12, 13].



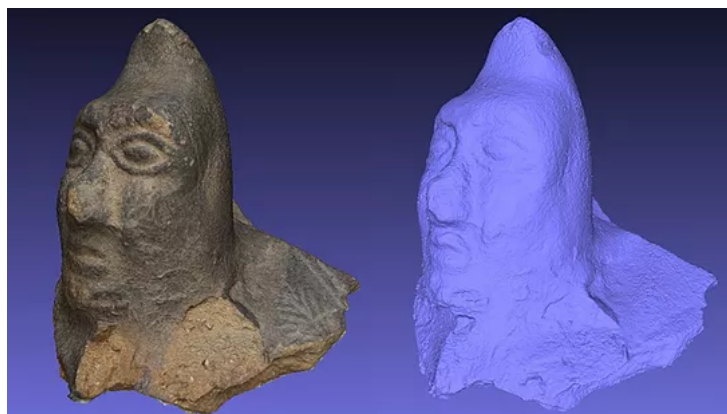
Limpieza parcial con láser de un fragmento de cáñamo, realizada en el Laboratorio de Ablación, Limpieza y Restauración con Láser, del Centro de Investigaciones Ópticas.

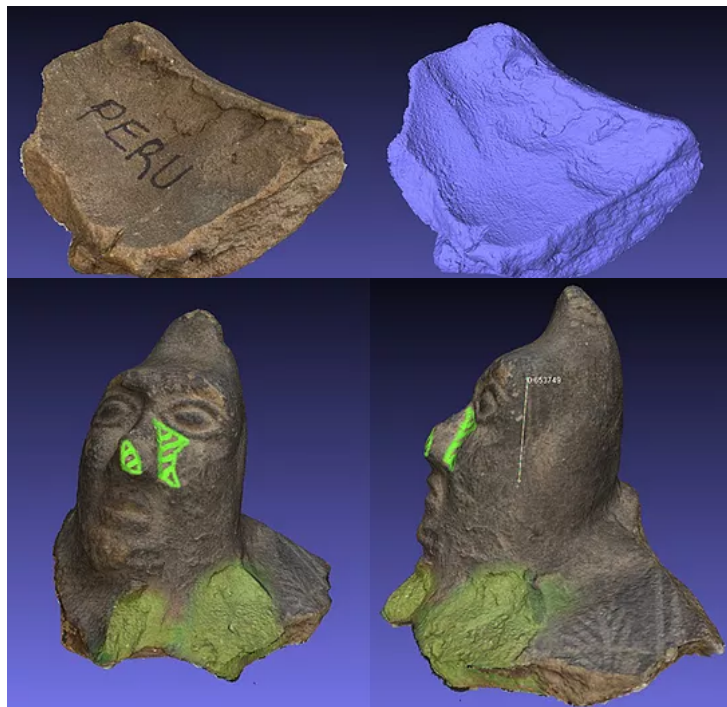


Manuscrito hecho en papel de trazo y escrito con tinta ferrogálica. a) Original. b) Cubierta por una película de suciedad de hollín de las velas. c) Limpiado con láser a $\lambda = 1064 \text{ nm}$ y fluencias de $0,3 \text{ J} / \text{cm}^2$.

La particularidad de algunos de los problemas que habitualmente se presentan y el hecho de que, en general, se traten piezas únicas sujetas a un estricto control, sumado a que la formación habitual de restauradores y conservadores no involucra el manejo de estas técnicas, hace necesario el trabajo interdisciplinario. Es por eso que los trabajos más novedosos y originales son llevados a cabo por grupos conformados por físicos, restauradores, ingenieros y químicos.

Otro importante campo de aplicación de la fotónica es el de la adquisición de imágenes, en particular, en 3 dimensiones. La imagen 3D ha ganado una mayor atención por parte de los museos y arqueólogos [14, 15]. Las técnicas más utilizadas son las de escaneo con láser y con luz estructurada, y la fotogrametría digital. Un gran número de instituciones dedicadas a la investigación han trabajado en el modelado de esculturas [16,17], la documentación y virtualización de sitios arqueológicos [18,19], la clasificación automatizada de piezas [20] y aplicaciones de visualización [21]. Además, la disponibilidad de modelos en 3D abre la puerta a la reproducción virtual para fines didácticos y de visualización. Se pueden producir copias físicas de originales y los modelos también pueden servir para futuros proyectos de conservación como, por ejemplo, sistemas de embalaje y proyectos de restauración [22].





Modelo 3D de una pequeña escultura de terracota. Modelo adquirido con fotogrametría digital y escáner láser. Y la posibilidad de realizar mapeo de deterioros y toma de medidas reales en un modelo virtual. Laboratorio de Ablación, Limpieza y Restauración con Láser, del Centro de Investigaciones Ópticas.

Desde la década del 90 se ha ido consolidando una comunidad internacional muy activa en el área cuyo punto de encuentro son las conferencias internacionales LACONA: Lasers in the Conservation of Artworks [23] que se realizan cada dos años. El Laboratorio de Ablación Limpieza y Restauración con Láser del CIOP ha sido pionero en el país y en Latinoamérica en estas temáticas, desarrollando desde 1997 una actividad regular y sistemática en este campo tanto a nivel nacional como internacional.

Referencias

- [1] Asmus, J. F., *Interdisciplinary Science Reviews*. 12, 171, (1987)
- [2] Bagwell, S. <http://www.illumina.usc.edu> Vol. 6, issue ii, (2003).
- [3] J. Asmus, G. Guattari, L. Lazzarini, G. Musumeci and R. Wuerker, *Studies in Conservation*, 18 (pp.49-63) (1973)
- [4] Asmus, J.F.; Munk, W. H.; Murphy, C. G.; *Proc. Soc. Photo Optical Instrumentation Engineers*. 41, (1973)
- [5] C. Fotakis, *Optics and Photonics News* 6(5) 30-35 (1995)
- [6] Cooper, M. Butterworth Heinemann, Oxford, (1998)
- [7] Zafropoulos, V. Boris Luk"yanchuk editor. World Scientific, (2002)
- [8] Tornari, V.; Zafropoulos, V.; Bonarou, A.; Vainos, N.A.; Fotakis, C. J. *Opt. and Lasers in*
- [9] Anglos, D.; Solomidou, M.; Zergioti, I.; Zafropoulos, V.; Papazoglou, T.G.; Fotakis, C. *Appl. Spectrosc.* 50, 1331 (1996)
- [10] D.A. Cremers and L. J. Radziemski, "Laser Plasmas for Chemical Analysis", in *Laser Spectroscopy and its Applications*, L.J. Radziemski, R. W. Solarz, and J.A. Paisner, Eds. (Marcel Dekker, New York, 1987)
- [11] E. Tognoni, V. Palleschi, M. Corsi, and G. Cristoforetti, *Spectrochim. Acta Part B* 57, 1115 (2002)
- [12] A. Nevin, D. Comelli, G. Valentini, D. Anglos, A. Burnstock, S. Cather, R. Cubeddu, *Analytical Bioanalytical Chemistry* 388, 1897-1905 (2007); doi: 10.1007/s00216-007-1402-0
- [13] J. Taylor, F. Blaisa, J-A Beraldina, G. Godina, L. Borgeata, S.F. El-Hakima, É. *Proceedings of the International Symposium on Optical Metrology 2005*, International Society for Optical Engineering (SPIE, 2005)
- [14] Boulanger, P.; Taylor, J.; El-Hakim, S.F. y Rioux, M. "How to virtualize reality: an application to re-creation of world heritage site". En: *Proc. Conf. Virtual Systems and Multimedia*. Gifu, Noviembre 18-20, 1998, p.p. 18-20.
- [15] Pezzati, Lica y Fontana, Raffaella. "3D Scanning of Artworks". En: *Cost G7 (Project) Handbook on the Use of Lasers in Conservation and Conservation Science*. Bruselas, 2007
- [16] Guidi, G.; Beraldin, J.-A. y Atzeni C. "High accuracy 3D modeling of Cultural Heritage: the digitizing of Donatello's Maddalena". En: *IEEE Transactions on Image Processing*. 2004, Vol 13 p.p. 370-380.
- [17] Bernardini, F.; Martin, I.; Mittleman, J.; Rusheimer, H. Y Taubin, G. "Building a digital model of Michelangelo's Florentine Pietà". En: *IEEE Comput. Graph.* 2002, Vol 22, p.p. 59-67.
- [18] Lambers, K. y otros. "Combining photogrammetry and laser scanning for the recording and modeling of the Late Intermediate Period site of Pinchango Alto, Palpa, Peru" En: *Journal Archaeol. Sci.* 2007, Vol 34, p.p. 1702-1712.
- [19] Balzani, M. y otros. "Digital representation and multimodal presentation of archeological graffiti ad Pompeii" En: Chrysanthou, Y., Cain, K., Silberman, N., Niccolucci, F., (Eds) 2004, 5th Int. Symp. Virtual Reality Archeology and Cultural Heritage, Eurographics Symp. Proc., Bruselas, Diciembre 6-10, p.p. 93-103.
- [20] Kampel, M. y Sablatnig, R. "Rule based system for archaeological pottery classification" En: *Pattern Recognition Letters*, 2007, Vol 28, Tomo 6, p.p. 740-747.
- [21] Anderson, S. y Levoy, M. "Unwrapping and Visualizing Cuneiform Tablets" En: *IEEE Comput. Graph.* 2002, Vol 22, p.p. 82-88.
- [22] Callieri M., Dellepiane M. y Scopigno R. "Modelli digitali 3D per il supporto al restauro: riassetto digitale e ricostruzione virtuale" En: Lucia Arbace, Elisabetta Sonnino (Eds.) 2011. *La madonna di Pietranico: Storia, restauro e ricostruzione di un'opera in terracotta*. Pescara: Edizioni ZIP, p.p. 74-82.
- [23] Lacona X <http://www.lacona10.org/>
- [24] Gabriel M. Bilmes ; Cesar Freisztav ; Daniel Schinca and Alberto Orsetti "Cleaning and characterization of objects of cultural value by laser ablation", *Proc. SPIE 5857, Optical Methods for Arts and Archaeology*, 585704

(August 12, 2005); doi:10.1117/12.612671; <http://dx.doi.org/10.1117/12.612671>
[25] G. BILMES, C. FREISTAV, N. CAP, H. RABAL, A. ORSETTI. Laser cleaning of XIXth century papers and manuscripts. Lasers in the Conservation of Artworks. Madrid, 2007.

VOLVER

Todos los derechos reservados. Permitida la reproducción citando la fuente e insertando el enlace a conversaonline.wix.com/conversa
ISSN 2422-7234

Av. Corrientes 1557 8ºB - Ciudad Autónoma de Buenos Aires CP 1042 - Te (011) 5811-0543 - Argentina