



PALEOGRAFIA Y TECNICAS DE LABORATORIO

Por JUAN CARLOS GALENDE DIAZ

Profesor Titular.

Departamento Ciencias y Técnicas Historiográficas.

Universidad Complutense

La paleografía, como cualquier otra disciplina científica, no puede ser reacia ni abstraerse a las nuevas tecnologías, mas al contrario debe conocerlas, aplicarlas y servirse de ellas para conseguir sus objetivos, no quedar obsoleta, consolidarse y proseguir el avance experimentado hace ya algunas décadas.

No solamente las nuevas técnicas de lectura e interpretación «de los textos» y las «técnicas reprográficas», en constante desarrollo y perfeccionamiento, son únicas para el estudio documental, además merecen mencionarse las denominadas «técnicas de observación y análisis gráfico» y las de «reavivación, reconstrucción y fijación», no exclusivo del texto sino también de otros elementos de los diplomas —por ejemplo los sellos, suscripciones y rúbricas, determinadas anotaciones y signos, etc.— efectuadas mediante cámaras y aparatos fotográficos, electrónicos o físico-ópticos o empleando rayos infrarrojos, ultravioletas o láser, computadoras, microscopios, etc. Además, como expone el profesor Angel Riesco, resulta imprescindible citar las «nuevas técnicas de laboratorio», tanto físico-químicas, biológicas como electrónicas, y las



telemáticas (1) e informáticas, aplicadas al análisis y composición de las tintas y del material soporte, a la fijación de la edad y al establecimiento de modelos de fibras, colores o pigmentos, y que se han practicado con gran eficacia en las redes informáticas y de documentación, en los peritajes caligráficos y técnico-judiciales y en los servicios bibliotecarios y archivísticos (2).

De las técnicas de laboratorio que pueden prestar especial servicio a la paleografía (3), nos interesaremos en las próximas líneas por la holografía y el procesado digital, fundamentalmente.

Uno de los primeros autores que se preocupó por el tema de la holografía en relación y concomitancia con la paleografía fue el célebre y renombrado profesor belga Luigi Gilissen, quien advirtió hace unos años que en 1969 Vienot, director del Laboratorio de Física General y Óptica de la Universidad de Besançon envió, respondiendo a una invitación del Instituto de Investigación y de Historia de los Textos y del Comité de Paleografía Hebráica, una comunicación acerca de un nuevo método de abordar los problemas morfológicos de las escrituras.

El auditorio, compuesto principalmente por medievalistas, quizá no captó la notable ayuda que este método podía proporcionarles, entre otras cosas porque no se puede exigir a los especialistas en ciencias humanas que comprendan perfectamente el proceso óptico utilizado en la holografía, pero sí los resultados prácticos que ella nos proporciona. También en nuestro caso, en el que las explicaciones técnicas son difíciles

(1) Sobre esta técnica, puede consultarse el interesante artículo de A. S. ZAPATERO: «El documento telemático: concepto, naturaleza y validación», *X^{as} Jornadas de Archivos Municipales*, El Escorial, 1994, págs. 91-107.

(2) Estas reflexiones del citado catedrático salmantino son recogidas por María Belén PIQUERAS en el capítulo titulado: «Concepto, método, técnicas y fuentes de la diplomática», incluido en la reciente publicación: *Introducción a la paleografía y la diplomática general* (Madrid, 1999, págs. 201-202), de la que A. Riesco es el editor.

(3) Un acercamiento a esta materia fue la que realizó el profesor italiano A. PRATESI en su estudio: «A proposito di tecniche di laboratorio e storia della scrittura», *Scrittura e civiltà*, 1 (1977), págs. 199-209. Con un carácter más general, merece citarse la obra de D. C. VICKERY: *Techniques modernes de documentation. Analyse des systèmes de recherche de documents*, París, 1962.



de seguir y complicadas de traducir a un lenguaje simple sin correr el riesgo de deformarlas.

La holografía encuentra en el campo de la fotografía en relieve su aplicación mejor conocida por el gran público. Por holografía se entiende «el método de fotografía en relieve utilizando las interferencias producidas por la superposición de dos haces de luz coherente» (4), es decir, consiste en un método de registro y reproducción de imágenes tridimensionales, sin lentes o cámaras, mediante el empleo de películas fotográficas y luz coherente emitida por un láser (5). Pero esta técnica no sólo sirve para formar fotografías en relieve sino que es aplicable, entre otras ciencias, a la medicina, a la botánica, a la mecánica y a la paleografía (6). La operación practicada por la holografía no es distinta de la que experimenta el ojo humano, la diferencia fundamental estriba en las condiciones en las que se realiza y sin las cuales no puede tener lugar (7).

La holografía, según manifiesta José Baltá Elías, comenzó como un intento de conseguir más nitidez en las micrografías electrónicas, que resultaban borrosas por efecto de la aberración esférica de los objetivos para electrones. En los últimos años, el afinamiento de imágenes ópticas ha suscitado gran interés. Los primeros éxitos fueron conseguidos en el año 1953 por A. Maréchal y P. Croce con un método de filtrado óptico de Fourier, y los mejoró notablemente J. Tsujiuchi en el laboratorio de Maréchal, en París.

El estudio de la morfología de la letra mediante estas nuevas técnicas permiten atribuir a estas imágenes un valor cifrado

(4) L. GILISSEN: *L'expertise des écritures médiévales*, Bruselas, 1973, pág. 165.

(5) Clásico y de lectura aconsejable sobre el tema es, sin duda, el estudio de H. MAILLET: *Le laser. Principes et techniques d'application*, París, 1986.

(6) G. B. BRANDT: «Techniques and applications of holography», *Electro technology*, 81 (1968), págs. 53-72. J. B. DEVELIS: *Theory and applications of holography*, Massachusetts, 1967.

(7) Cuando la reconstrucción visual se refleja sobre un soporte plano se conoce, como se acaba de significar, con el nombre de «holografía», por el contrario, cuando se hace en un espacio vacío, se denomina «lasérium». J. FERNANDEZ ARENAS: *Introducción a la conservación del patrimonio y técnicas artísticas*, Madrid, 1996, pág. 104.



JUAN CARLOS GALENDE DIAZ

que pueden conducir a una clasificación de los elementos estudiados (8). El holograma de un objeto puede recopilar informaciones mucho más numerosas, completas y precisas acerca del organismo estudiado. En la actualidad, el holograma es capaz de restituírnos la imagen completa del objeto, suministrando la información óptica más rica y completa de dicho objeto (9).

Para F. Lamotte un holograma es, esencialmente, un registro fotográfico que permite restituir una onda luminosa con sus informaciones de amplitud y de fase (10), por tanto, se trata de un cliché fotográfico transparente teniendo registrado un fenómeno de difracción de la luz al contacto de un objeto de tres dimensiones que, iluminado bajo un cierto ángulo por un haz de luz paralelo, restituye una imagen en relieve del objeto fotografiado. De este modo, la reconstrucción del objeto total es posible, ya que al iluminar por dos veces su imagen, se captan tanto sus calidades visuales y sus variaciones de onda (11).

La luz que se refleja en una fotografía conlleva información respecto a la irradiancia, pero ninguna acerca de la fase de la onda que emanaba el objeto. Si tanto la amplitud como la fase de la onda original se pudieran reconstruir de alguna manera, el campo de luz resultante (suponiendo que las frecuencias son las mismas) no se distinguiría del original, entonces veríamos la imagen formada en una tridimensionalidad perfecta, como si el objeto estuviera ante nosotros.

La holografía nos ayuda a la clasificación y reagrupación de escrituras morfológicamente muy semejantes, por ejemplo

(8) Véase el estudio del doctor en física J. M. FOURNIER: «Mesures sur des tracés de lettres au moyen de techniques holographiques», *La paléographie hébraïque médiévale; les techniques de laboratoire dans l'étude des manuscrits*, París, 1973, págs. 41-71.

(9) J. BARRANDON, J. IRIGOIN y G. SCHIFFMACHER: «Nouvelles techniques applicables a l'étude du livre de papyrus», *Proceedings of the XIV International Congress of Papyrologists*, Londres, 1975, págs. 7-10.

(10) F. LAMOTTE: «Approche géométrique de l'holographie et application quantitative á la photoélasticimétrie», *Nouvelle Revue d'Optique Appliquée*, 1-6 (1970), págs. 359-368.

(11) Sobre este tema, puede recomendarse la obra de J. IOVINE: *La holografía. Una guía fácil para hacer hologramas*, Madrid, 1991.



las carolinas, e incluso a las que sin ser idénticas han sido ejecutadas por la misma mano. Nos permite reconocer las formas, definir y medir el grado de analogía entre diversos escritos y discernir las similitudes encontradas, si son representativas de una escuela o de una mano (12).

El proceso puede describirse, someramente, como un dispositivo simple constituido por la asociación de dos lentes idénticas situadas de modo que el foco-imagen de la primera coincida con el foco-objeto de la segunda. De esta manera, un montaje óptico compuesto por un objeto transparente situado en la parte superior de la primera lente e iluminado por una onda luminosa plana y coherente (láser), proporciona en la parte inferior de la segunda lente una imagen de este objeto, idéntica a él, comúnmente denominadas «transformadas de Fourier» (13): se presenta como un espacio recíproco al espacio geométrico. Esta imagen se puede fragmentar en frecuencias espaciales (igual que un sonido puede descomponerse en frecuencias temporales) y sirven para mejorar la calidad de una imagen, hacer más legible un texto y realzar el contorno de las letras, con la finalidad de estudiar mejor su trazado.

Los hologramas a la «transformada de Fourier» juegan un doble papel: a) reconstruir las ondas que forman las imágenes idénticas de una letra y b) determinar las frecuencias espaciales de estas letras.

El holograma filtro, además, se comporta como un programa de cálculo, memorizando los datos que le han sido suministrados por el objeto y por tanto nos ayudan a: 1) detectar automáticamente y localizar un tipo de letra en un texto manuscrito, y 2) comparar, a la vez que evaluar, la similitud de las formas (guardadas en la memoria del holograma filtro) (14).

Además pueden ser superpuestas todas las letras utilizadas, lo cual nos puede proporcionar valiosísima información acerca de las características de una escritura, tanto en el ám-

(12) L. GILISSEN: *op. cit.*, págs. 166-167.

(13) Consúltese la obra de P. H. GRIFFITHS y J. A. HASETH: *Fourier transform infrared spectrometry*, Chichester, 1986.

(14) L. GILISSEN: *op. cit.*, págs. 168-169.



bito geométrico como en el espectral y ver qué hay de común o de diferente entre estas letras confrontadas. Y, en este caso, será imprescindible que sepamos discernir la morfología esencial de todo otro elemento material y accidental.

También nos permite identificar los compuestos químicos a partir de la naturaleza de los átomos y sus uniones gracias a la utilización de un comparador videoespectral infrarrojo de la «transformada de Fourier» (15).

En cuanto a las técnicas de procesado digital y la caracterización de letras, sea cual fuere su grado y alcance de antigüedad, cabe destacar, en primer lugar, el especial interés que demostró ya en 1993 la profesora María Luisa Palacio Sánchez-Izquierdo (16), quien el 27 de septiembre de dicho año invitó a los entonces profesores del Departamento de Optica de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense Fernando Carreño Sánchez y Eusebio Bernabeu Martínez (17), a pronunciar una conferencia sobre esta materia en la Facultad de Geografía e Historia de la citada Universidad.

Siguiendo sus explicaciones, el procesado de imágenes es un campo de trabajo cuya principal labor es el análisis de imágenes mediante computadores, siendo tres las áreas fundamentales derivadas de esta disciplina: 1) digitalización y comprensión (conversión de imágenes a señales discretas y codificación eficiente de las mismas), 2) realce, restauración y reconstrucción (mejora de imágenes degradadas y su recomposición a partir de conjuntos de proyecciones), y 3) comparación, descripción y reconocimiento (confrontación de imágenes entre sí para producir una sin discontinuidades).

(15) Otras obras recomendables relativas al tema de la holografía son: M. FRANCON: *Holografía*, Madrid, 1972 y N. TORRALVA: *Holografía creativa española: 1983-1993*, Alicante, 1996.

(16) Desde aquí vaya mi recuerdo a la Dra. Palacio, amiga y compañera, fallecida recientemente.

(17) Eusebio BERNABEU, catedrático de Optica, es el editor de las siguientes publicaciones: *Prospectiva de la enseñanza de la óptica en España*, 2 vols., Madrid, 1985-87; *Sensores Opticos*, Madrid, 1987; *Láseres sintonizables y sus aplicaciones*, Madrid, 1987; y *La óptica en las comunicaciones*, Madrid, 1988.



Si una escena es vista desde un punto de vista dado, la luz que recibe el observador varía en color y brillo en función de la dirección. De este modo, la información recibida de la escena puede expresarse como función de dos variables, dos coordenadas angulares que determinan la dirección. En una imagen óptica de la escena, la luz dimanante de cada punto va a otro correspondiente de la imagen; se trata de la transformación de una escena tridimensional a una imagen de dos dimensiones. Si en el lugar donde se constituye la imagen se colocara un sensor, se podría registrar el diagrama de luz de la escena de interés.

El proceso de convertir una señal eléctrica, que es de carácter continuo, es decir analógica, en una señal de tipo discreto (digital), recibe el nombre de «cuantización». Si la imagen no es de color se habla entonces de «niveles de gris», y en caso de que únicamente haya dos niveles de gris (blanco y negro) se denominan a esas imágenes «binarizadas». En general, cuanto mayor sea el número de niveles de gris utilizables la escena en cuestión se podrá reproducir con mejor fidelidad. Ha sido desde hace unos años, gracias al desarrollo de potentes microprocesadores y tarjetas específicas para tratamiento de imágenes, cuando cualquier procedimiento para conocer la información de las imágenes que se han de procesar se puede llevar a efecto de una forma extraordinariamente rápida.

Una operación sobre una imagen es una modificación de la misma que la transforma total o parcialmente. Como señalaron los profesores Carreño y Bernabeu, existen varios modelos de operaciones: 1) puntuales= el nivel de cada punto o elemento detector (pixel) en la imagen final depende solo del grado de gris de la imagen original en el mismo punto; 2) locales= la medida de gris de cada punto en la imagen final está en función de los puntos vecinos de la imagen original; y 3) geométricas= el alcance de gris de cada pixel en la imagen definitiva está subordinado a los niveles grisáceos de otros puntos, en este caso, no obligatoriamente vecinos: rotación, traslación, etc.

Cualquiera de estas operaciones sobre una imagen se denomina «lineal» cuando se puede aplicar a una miscelánea de figuras, y el resultado es el mismo que si se destinase a todas



ellas y luego se combinaran. De todas las modificaciones habituales, destaca la ya mencionada «transformada de Fourier», ya que ésta admite caracterizar las propiedades de una imagen y permite hacer otras funciones entre imágenes, de interés en el momento de identificar las que difieran entre sí.

Expuesto lo anterior, hay que significar que el interés mostrado por la citada doctora Palacio Sánchez-Izquierdo en el empleo de estas técnicas llevó a los profesores Carreño y Bernabeu a desarrollar una primera versión de un software de adquisición y análisis de imágenes de caracteres gráficos antiguos procedentes de un mismo código.

Las labores esenciales que permite realizar esta técnica se pueden centrar en las cuatro siguientes: 1) obtención de una imagen mediante una cámara CCD en blanco y negro y una tarjeta digitalizadora MATROX; 2) transformada directa e inversa de imágenes; 3) analogía entre dos imágenes, lo que permite cotejarlas y, en consecuencia, advertir sus concomitancias y disparidades; y 4) conversión a formato PCX para imprimir en niveles de gris.

Las investigaciones y posteriores prácticas efectuadas mostraron la potencia y posibilidades de estas técnicas, pero también revelaron una dificultad: dos imágenes de la misma letra trasladada o rotada producen una correlación que difiere de los vaticinios teóricos, dada la extrema sensibilidad del procedimiento.

Consecuentemente, la búsqueda de un criterio apropiado para tratar las imágenes referenciadas de la misma forma fue el objetivo prioritario e inmediato de los autores.

Pero no quisiéramos concluir sin referirnos, aunque sea de forma sucinta, a las técnicas de laboratorio conducentes a la restauración del patrimonio documental y bibliográfico, debido a las conexiones y vinculaciones que tiene la paleografía con la archivística y biblioteconomía, disciplinas afines.

El constante deterioro de los libros —manuscritos o impresos— y de los documentos determina en ocasiones su pérdida irreparable. Sin embargo, en otras oportunidades, se pueden restaurar y, en consecuencia, conservarlos.

Hasta finales del siglo XIX, el principal método para preservar el texto de una fuente documental consistía en hacer una



copia o transcripción del mismo. Desde este momento, los descubrimientos en el campo de la química, de la física y de la biología comenzaron a aportar una serie de técnicas que desembocaron en un perfeccionamiento en el tratamiento y restauración de documentos. No obstante, hasta la década de los 50, la restauración en nuestro país se movía en el ámbito del empirismo artesanal individualista, cada restaurador hacía lo que su buen entender le dictaba, basándose muchas veces en recetas más o menos prácticas (18).

En el proceso de restauración se siguen diversas etapas (19); las siguientes son las fundamentales: 1) control de la

(18) M. D. DIAZ DE MIRANDA: «Restauración de códices y pergaminos: criterios, técnicas y procedimientos», *Memoria Ecclesiae*, VII (1995), pág. 532.

(19) Son varias las obras y artículos que tratan sobre este asunto, se pueden recomendar las siguientes: C. ADAM: *Restauration des manuscrits et des livres anciens*, Puteaux, 1984; J. ALMELA: *Manual de reparación y conservación de libros, estampas y manuscritos*, México, 1949; P. ANTON: *Introducción a la restauración artesanal de libros, grabados y manuscritos*, Madrid, 1995; P. ANTON: *Manual de restauración de libros, grabados y manuscritos*, 2 vols, Madrid, 1989; F. BARDON, V. MINER y M. ROZAS: *La conservación de documentos*, Madrid, 1988; J. BARRANDON, J. DEBRUN y J. IRIGOIN: «L'analyse par activation dans l'étude des supports», *Les techniques de laboratoire dans l'étude des manuscrits*, París, 1974, págs. 103-117; P. CARUCCI: *LE FONTI ARCHIVISTIQUE: ORDINAMENTO E CONSERVAZIONE*, Roma, 1982; *Conservation et reproduction des manuscrits et imprimés anciens*, Roma, 1976; C. CRESPO: *The preservation and restoration of paper records and books: a ramp study with guidelines*, París, 1985; L. CRESPO y J. MACCLEARY: *El cuidado de libros y documentos. Manual para su conservación y restauración*, Madrid, 1997; M. DUCHEIN y F. FLIEDER: *Livres et documents d'archives: sauvegarde et conservation*, París, 1986; C. FEDERICI y L. ROSSI: *Manuale di conservazione e restauro del libro*, Roma, 1983; A. GIARDULLO: *La conservazione dei libri. Materiali, tecniche e impranti*, Milán, 1999; S. IPERT y M. ROME: *Restauración de libros*, Madrid, 1989; *News methods for the restoration and the preservation of documents and books*, Jerusalén, 1964; M. C. PESCADOR: *El archivo. Instalación y conservación*, Madrid, 1988; M. VAILLANT y N. VALENTIN RODRIGO: *Principios básicos de la conservación documental y causas de su deterioro*, Madrid, 1996; J. V. VERGARA: *Conservación/restauración de material cultural con soporte de papel*, Alicante, 1994; V. VIÑAS: *Criterios de conservación de los bienes culturales*, «Revista del Centro Nacional de restauración de libros y documentos», 1 (1997), págs. 9-19; y V. VIÑAS: «La protección y defensa del patrimonio documental y bibliográfico», *La conservación de archivos y bibliotecas municipales*, Madrid, 1991, págs. 12-23.



JUAN CARLOS GALENDE DIAZ

obra, en orden a su identificación y registro; 2) aplicación de la fotografía, con el fin de que sirva como réplica de seguridad, testimonio del estado en que se encuentra y guía a tener en cuenta durante la restauración; 3) protección del soporte escriturario; 4) desinfección, limpieza y desacidificación, para eliminar la acidez; 5) encolado, secado y alisado; 6) laminación o aplicación de láminas de refuerzo al original para devolverle la consistencia; 7) reparación de cortes y desgarros; 8) reintegración, tanto de la materia escriptoria en los fragmentos rotos como de la grafía que falte, siempre y cuando se contraste científicamente (20); y 9) encuadernación, en aquellos casos que sea recomendable.

(20) No se puede dejar de mencionar, llegados a este punto, las técnicas de laboratorio conducentes a dar lectura a la escritura primitiva («scriptio inferior» o «antiquior») trazada en los llamados «palimpsestos». En la operación de borrado se procedía, generalmente, mediante un lavado y raspado del escrito, pero siempre quedaba una huella. En consecuencia, como permanencia de ese rastro, se intentó leer, no siempre utilizando productos adecuados (tintura de Gioberti, ácido gálico, etc.). Será a comienzos del siglo XX, alertados los especialistas por estas agresiones que se estaban produciendo, cuando el benedictino alemán Kögel aplicó los rayos ultravioletas para tal fin. Con el paso del tiempo este ingenio se ha ido perfeccionando y en la actualidad se emplea la lámpara de Wood, que emite rayos ultravioletas filtrados que transforman en fosforescentes las materias escriptorias, con lo que el texto originario se puede leer.

Tampoco se puede olvidar, a este respecto, el «amplificador de contraste de clichés fotográficos», mediante el cual también se pueden leer textos prácticamente borrados. A. ROUSSEL y J. SIMON: «Nouvel amplificateur de contraste, une possibilité d'étude des manuscrits», *Les techniques de laboratoire dans l'étude des manuscrits*, París, 1974, págs. 177-187.