TÉCNICAS DE IMAGEN DE LUMINISCENCIA UV-VIS

Laura Fuster-López, Maartje Stols-Witlox y Marcello Picollo (editores)
Valencia, Universidad Politécnica, 2019
344 pp.
Inglés-castellano

Rocío Boffo[1]

El primer libro de la serie *Conservation 360º* se propone poner al día temas relacionados con la conservación-restauración, con el aporte de muchos especialistas en temas transversales a esa disciplina. Este volumen trata las técnicas de adquisición de imágenes de fluorescencia de ultravioleta-visible, de entre los métodos de examen y documentación empleados en la conservación del patrimonio, como una herramienta muy extendida desde la comercialización de la lámpara de Wood, en 1925, y aplicada de manera sistemática en las instituciones dedicadas a la investigación del patrimonio cultural.

La serie abordará durante los próximos cinco años asignaturas de igual calibre, con la pretensión de convertirse en referencia para todas las profesiones afines y en inspiración creativa y de experimentación para resolver los peculiares problemas que el campo del patrimonio incluye.

La confluencia de autores invitados y comité editorial para la sección de fundamentos de la técnica (sus antecedentes científicos, instrumentación y configuraciones, captura e interpretaciones), así como los ocho casos subsiguientes que presentan un número mayor de ejemplos con gráficos y fotografías recorren la variedad de especialidades que convergen en el uso de la luminiscencia UV. El índice analítico bilingüe brinda un panorama de la multitud de temas específicos que los trabajos condensan.

Los editores anticipan la ausencia de terminologías unívocas en la literatura del ámbito, por lo que este volumen es también un intento de establecer alguna base para un lenguaje común documentando el uso actual de los términos en las diferentes "subáreas". Con unas pocas excepciones, el término *fluorescencia* se ha usado históricamente en el campo del patrimonio cultural para referirse a la emisión de radiación visible por un compuesto excitado por la radiación ultravioleta. Sin embargo, como lo describe Bacci en detalle, tanto la *fluorescencia* como la *fosforescencia* son subconjuntos del término más general de *luminiscencia*, por esa razón este es el término elegido para esta publicación.

1 TAREA-IIPC/UNSAM, Argentina. rboffo@gmail.com.

También se discute el uso de algunas especificidades más ("multibanda", "técnico", "multiespectral" e "hiperespectral") que se utilizan en diversos campos del patrimonio.

En la introducción, Mauro Bacci nos presenta los conceptos básicos del fenómeno físico de la fluorescencia con los adecuados excitantes, como parte integral del fenómeno más abarcador denominado luminiscencia. Discierne desde el punto de vista fenomenológico a qué se llama fluorescencia y a qué fosforescencia, y apunta la dificultad adicional para la interpretación de estas emisiones que pueden entrañar los materiales compuestos y mezclados, presentes en los objetos del patrimonio, por la inhibición que algunas sustancias presentan, incluso, hasta llegar a anular la manifestación del fenómeno.

E. Keats Webb precisa el empleo de la llamada lámpara de Wood para producir la luminiscencia visible inducida por radiación ultravioleta UV (UV) en los materiales, así como sus posibilidades y límites, incluida la necesidad de estandarización y los objetivos que la técnica persigue. Entre las aplicaciones de esta técnica detalla ejemplos para la caracterización de materiales en varias disciplinas, la identificación de tratamientos previos, la demostración de inconsistencias, todos con adecuadas citas bibliográficas para ahondar en los casos.

Realiza una disquisición terminológica histórica de las palabras *fluorescencia*, *rayos ultravioleta*, *análisis de fluorescencia*, *luz ultravioleta*, *radiación ultravioleta*, *luminiscencia*, así como de las prescripciones que los cuerpos colegiados han consensuado sobre *irradiación ultravioleta* en lugar de *iluminación ultravioleta*, y *fluorescencia visible ultravioleta inducida* en lugar de *fluorescencia ultravioleta*, todos términos que parecerían intercambiables pero cuyo estricto correcto uso estructura la comprensión del fenómeno y de sus aplicaciones prácticas en conservación, especialmente en las etapas formativas de los profesionales.

La inconsistencia en el empleo de términos se complejiza con la mención de las técnicas de registro de la imagen, por lo cual Keats Webb nos refiere a una próxima norma ISO que abordará la estandarización de este léxico, así como parámetros para la reproducibilidad y comparabilidad de las técnicas. Consigna las fuentes de radiación UV, los dispositivos de captura y los ensayos tendientes a la reproducibilidad de la técnica, que van desde guías caseras e indicadores de exposición con goma laca, con sus limitantes, hasta los protocolos del proyecto CHARISMA y la guía Target UV/UV Grey.

Es esclarecedora la diferencia que establece entre la adquisición de imágenes de UVL como una etapa estándar de la documentación en conservación, frente a la escasa estandarización de la técnica en sí, con la consecuente pérdida de valor documental asociado para el futuro de esa documentación y del historial de la obra en cuestión.

Giovanni Verri, luego de explicar la *luminiscencia fotoinducida* –dentro de la cual hemos de asumir se hallan todos los términos que se vienen empleando, es decir, incluye la *luminiscencia visible inducida por radiación ultravioleta UV (UVL)*–, describe la diferencia entre el examen visual del fenómeno y la adquisición de la imagen que produce. La variedad de técnicas y herramientas que se emplean en la adquisición de la imagen –por ejemplo, las que se desarrollaron para la fotografía con luz visible reflejada– pueden ser esquematizadas en tres vías: el objeto, el dispositivo de registro –traducido "grabación" en este texto– y la fuente de radiación. Introduce los efectos y posibles correcciones de la radiación ambiental difusa y parasitaria, con fotografías de sus efectos en el registro, para luego comparar los espectros de emisión de fuentes comercialmente disponibles y la reacción de ejemplos de pintura con algunos de ellos.

Las notas pragmáticas respecto de las condiciones de captura y el marco metodológico de interpretación merecerán seguramente el "doble subrayado" tanto del estudiante como del avezado practicante de esta clase de documentación.

La espectroscopía de imagen por luminiscencia, una sofisticación de las operaciones antes aludidas, es presentada por John K. Delaney. El rendimiento de esta técnica reside en garantizar la máxima intensidad de emisión de los pigmentos de interés, pues la luz emitida se dividirá en canales espectrales estrechos y requiere algunos reaseguros –que los pigmentos de interés dominen el espectro de emisión adquirido y que el espectro no esté dominado por la emisión de otros materiales, como el aglutinante en una pintura envejecida–. Dado que la intensidad de la emisión depende tanto del coeficiente de absorción –cómo de bien absorbe la luz el pigmento– como de la intensidad de la luz de excitación, a menudo es mejor excitar en aquellas longitudes de onda donde los pigmentos de interés tienen su absorción más fuerte.

En una técnica cuyo objetivo es "adquirir un número suficiente de imágenes de emisión contiguas de manera que se pueda generar el espectro de emisión para cada posición de píxel espacial en la imagen", se denomina *cubo de imagen de emisión* a las imágenes de emisión ensambladas adquiridas de objetos policromos. Delaney describe las herramientas necesarias y los sistemas de calibración del conjunto, y presenta un ejemplo de rastreo de sulfuro de cadmio presente en pigmentos con el fin de introducir la noción de *emisión del estado de trampa* y *trampas profundas en los materiales semiconductores,* y otro ejemplo de indagación respecto de la laca de garanza (*madder*) en una pintura greco romana del siglo II para detallar el proceso y equipamiento.

La microscopía de fotoluminiscencia de secciones transversales, aun siendo a menudo aplicada solo de manera cualitativa, es un método valioso

para la investigación de materiales y métodos artísticos, que mejora y aumenta con técnicas avanzadas, tales como el uso de sondas, ya sea fluoróforos reactivos o anticuerpos marcados con fluorescencia, lo que proporciona información más precisa sobre la identidad química de los materiales en las muestras, pero, según Barbara Berrie y Mathieu Thourie, puede ser difícil de usar, pues la técnica requiere tanto pericia como experiencia.

El primer estudio de caso (Bracci *et al.*) que se seleccionó para acompañar los textos de la primera sección consta de cuatro ejemplos de objetos de piedra en contextos arqueológicos y de museo, iniciativa que combina los datos adquiridos por las técnicas de imagen con los hallazgos de los análisis de puntos, y que permite identificar un buen número de colores antiguos y así proyectar los vestigios de la policromía original, como caracterizar también restos de tratamientos anteriores.

El siguiente estudio de caso (Tiziana Cavaleri *et al.*) presenta una innovación para detectar la presencia de laca de garanza en recubrimientos de acabado en instrumentos musicales de cuerda frotada, y desarrolla un modelo en probetas envejecidas artificialmente para probar la utilidad del empleo de una técnica muy específica de relevamiento de este material, incluso con denotación de diversas capas.

Chiara Grazia *et al*. explican el uso de técnicas de imagen hiperespectrales para obtener no solo la distribución espacial de diferentes pigmentos a base de cadmio en una superficie pictórica, sino también su composición estequiométrica, y desarrollan el ejemplo en un cuadro italiano al óleo de 1925. La aplicación combinada de análisis de reflectancia y luminiscencia realizado mediante la instrumentación de imagen hiperespectral da cuenta de hasta qué punto las posibilidades de identificación de los materiales presentes aumentan de forma considerable al unir técnicas.

Annette Keller *et al*. enfatizan que la detección de luminiscencia de infrarrojos (IR) visible (VIS) se ha incorporado a las imágenes multibanda y en la actualidad hay disponibles diferentes fuentes de excitación –por ejemplo, con iluminación LED y detectores más accesibles–, lo que mejora el poder analítico de la fotografía y de las imágenes multibanda. El uso de lámparas UV –con un pico de emisión a 365 nm– y la detección de emisiones en el rango visible e IR es bien conocido y tiene aplicación en ciencias de la conservación, por lo que este estudio lo emplean para la diferenciación de pigmentos blancos de titanio rutilo y anatasa que poseen comportamientos espectrales muy distintos, en combinación con espectroscopía Raman y otras técnicas *in situ.*

Aplicando, entre muchas otras técnicas analíticas, la fotografía con luminiscencia visible inducida por ultravioleta (UVL) y técnicas de imagen en falso color, Boularand *et al*. desarrollan el modo en que fue posible localizar la laca roja en la técnica pictórica original de pinturas

murales del siglo XV en La Brigue, Francia, y redescubrir las decoraciones de azurita perdidas. Una vez más se realza la concurrencia de las técnicas analíticas con el conocimiento de las estructuras pictóricas y la naturaleza cambiante de los materiales al envejecer.

Barreda-Uso y Zalbidea-Muñoz presentan el método para efectuar la comparación del comportamiento de penetración de consolidantes de piedra previamente teñidos con la sustancia luminiscente rodamina B en fragmentos desprendidos de roca oosparita de un abrigo que posee arte rupestre levantino. Las muestras se analizan con microscopio confocal de luminiscencia y posteriormente con *software* ImageJ para producir los datos cuantitativos.

En el último caso, Aafke Weller *et al*. presentan los resultados de una encuesta en línea realizada a ciento treinta conservadores de papel, con el objetivo de conocer el uso que dan a la técnica de UVL, y concluyen que su utilización no es todo lo frecuente que sería deseable, para lo cual resulta fundamental mayor capacitación y práctica en las técnicas disponibles. Como aporte a la incorporación del UVL en la rutina de investigación, en la evaluación de resultados y la comunicación de la disciplina, proponen la construcción de un dispositivo casero para las tomas.

A la vista de la variedad y el sinnúmero de imágenes registradas y creadas por los conservadores en la documentación, análisis e interpretación de las obras del patrimonio cultural, cobra justo sentido la ponderación del prologuista Néstor Barrio en cuanto a la posibilidad de que estemos transitando una revolución epistemológica, donde lo visual se ha convertido en una entidad autónoma que produce evidencia y es capaz de crear conocimiento.

Aun cuando los editores planearon este volumen como un manual de referencia, es oportuno advertir que no se trata de un texto básico para quienes se inician en el tema, antes bien es conveniente que el lector esté munido de los conocimientos de física, óptica, estructura y naturaleza de los bienes culturales relacionados con la aplicación de la técnica, pues, en palabras de E. Keats Webb:

> Lejos de ser una caja negra mágica, la imagen de luminiscencia es una técnica de investigación poderosa, aunque compleja, que requiere una comprensión profunda del equipo, las condiciones experimentales y las interacciones entre materiales. Si bien las imágenes de luminiscencia pueden no proporcionar la respuesta analítica para un comportamiento en particular, sí que son capaces de crear mapas de distribución de este comportamiento en una superficie. Si los conservadores y los científicos de la conservación evalúan críticamente los parámetros de adquisición y realizan una interpretación cuidadosa de la información registrada en las imágenes para evitar ya sea una simplificación excesiva o una excesiva interpretación de sus resultados, las imágenes de luminiscencia pueden ayudar a comprender... (pp. 100).