

CONSERVATION
360°

UV-Vis LUMINESCENCE
Imaging techniques

Técnicas de imagen de
LUMINISCENCIA UV-Vis



Editorial

Universitat Politècnica
de València

EDITORS | EDITORES

Marcello Picollo
Maartje Stols-Witlox
Laura Fuster-López

CONSERVATION^{360°}

No. 1 | 2019



Editorial

Universitat Politècnica
de València

Editor in Chief/*Editor jefe*

Laura FUSTER-LÓPEZ, Universitat Politècnica de València (Spain)

Assistant Editor/*Asistente editorial*Ana M^a GARCÍA-CASTILLO, Universitat Politècnica de València (Spain)**Scientific Editors/*Editores científicos***Marcello PICOLLO "Nello Carrara" Institute of Applied Physics of the National Research Council (Italy)
Maartje STOLS-WITLOX University of Amsterdam (The Netherlands)
Laura FUSTER-LÓPEZ Universitat Politècnica de València (Spain)**Editorial Board/*Equipo editorial***Vasilike ARGYROPOULOS University of West Attica (Greece)
Néstor BARRIO Tarea. Instituto de Investigaciones sobre el Patrimonio Cultural. Universidad Nacional de San Martín. (Argentina)
Anne Laurence DUPONT Centre de Recherche sur la Conservation. Centre National de la Recherche Scientifique. Muséum National d'Histoire Naturelle, Ministère de la Culture (France)
Davide GASPAROTTO Paintings Department, J. Paul Getty Museum (USA)
Marcello PICOLLO "Nello Carrara" Institute of Applied Physics of the National Research Council (Italy)
Benjamin ROUS Netherlands Institute for Conservation+Art+Science+ (The Netherlands)
Maartje STOLS-WITLOX University of Amsterdam (The Netherlands)
Anna VILA Fundación La Caixa (Spain)**Reviewers/*Revisores***Andrea CASINI "Nello Carrara" Institute of Applied Physics of the National Research Council (Italy)
Julio M. DEL HOYO-MELÉNDEZ The National Museum Krakow (Poland)
Joanne DYER The British Museum (UK)
Marina GINANNI Opificio delle Pietre Dure (Italy)
Miquel HERRERO-CORTELL Universitat de Lleida (Spain)
Tuulikki KILPINEN Conservator in private practice (Finland)
Yosi POZEILOV Los Angeles County Museum of Art (USA)
Roxanne RADPOUR University of California Los Angeles (USA)
Alessandro SIDOTI Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze (Italy)
Marie SVOBODA J. Paul Getty Museum (USA) .
Masahiko TSUKADA Tokyo University of the Arts (Japan)
John TWILLEY Consulting scientist (USA)**Translators/*Traductores***Rita L. AMOR-GARCÍA Independent conservator-researcher. Cons-Graf (UK)
Ruth DEL FRESNO-GUILLEM Independent contemporary art consultant, researcher and conservator (Canada)
Annette S. ORTIZ-MIRANDA Postdoctoral Researcher. Northwestern University / Art Institute of Chicago.
Center for Scientific Studies in the Arts (USA)



UV-Vis LUMINESCENCE IMAGING TECHNIQUES TÉCNICAS DE IMAGEN DE LUMINISCENCIA UV-Vis

No. 1 | 2019

(Eds. Marcello Picollo, Maartje Stols-Witlox and Laura Fuster-López)



Editorial

Universitat Politècnica
de València

CONSERVATION^{360°}

No. 1

UV-Vis Luminescence Imaging Techniques

Técnicas de imagen de luminiscencia UV-Vis

Editors

Marcelo Picollo

Maartje Stols-Witlox

Laura Fuster-López

Publisher

Editorial Universitat Politècnica de València, 2019

Ref.: 6583_02_01_01

https://doi.org/10.4995/360_2019.110002

ISBN: 978-84-9048-828-7 (Print on demand)

Legal Deposit: V-3649-2019

Layout design

Enrique Mateo, Triskelion Diseño Editorial

Print

Byprint Percom SL

Printed in Spain



UV-Vis Luminescence Imaging Techniques / Técnicas de imagen de luminiscencia UV-Vis

This book is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives-4.0 International Licensed

Image cover: Fragment of a multispectral UV luminescence image of the mock-ups series P6 exposed to 11 excitation bands at different levels of aging.
Source: Cavalieri et al.

Imagen de portada: Fragmento una imagen de luminiscencia multiespectral UV de la serie de probetas P6 expuestas a 11 bandas de excitación a diferentes niveles de envejecimiento. Fuente: Cavalieri et al.

TABLE OF CONTENTS

ÍNDICE

- 7 Introduction to the Series
Presentación de la colección
Laura Fuster-López
- 11 Introduction to the Volume
Introducción al volumen
Marcello Picollo, Maartje Stols-Witlox, Laura Fuster-López
- 19 Foreword. Some Observations about Images
Prólogo. Algunas observaciones acerca de las imágenes
Néstor Barrio
- 27 FUNDAMENTALS | FUNDAMENTOS**
- 29 Hints on the Luminescence Phenomena Theory
Aspectos clave en la teoría de los fenómenos luminiscentes
Mauro Bacci
- 35 UV-Induced Visible Luminescence for Conservation Documentation
Luminiscencia visible inducida por UV para la documentación en conservación
E. Keats Webb
- 61 Broad-Band, Photo-Induced, Steady-State Luminescence Imaging in Practice
Imágenes de luminiscencia de banda ancha, foto-inducidas y estado estable en la práctica
Giovanni Verri
- 103 Photo-Luminescence Imaging Spectroscopy for Polychrome Objects
Espectroscopía de imagen fotoluminiscente para objetos policromados
John K. Delaney
- 119 Examination of Luminescence of Cross Sections (Fluorescence Microscopy)
Examen de la luminiscencia de secciones transversales (Microscopía de fluorescencia)
Barbara H. Berrie, Mathieu Thoury

139 CASE STUDIES | CASOS DE ESTUDIO

- 141** The Application of Multi-band Imaging Integrated with Non-Invasive Spot Analyses for the Examination of Archaeological Stone Artefacts
Aplicación de técnicas de imagen multi-banda integradas con el análisis no invasivo de puntos para el examen de objetos arqueológicos de piedra
Susanna Bracci, Roberta Iannaccone, Donata Magrini
- 161** A New Imaging Method of Luminescence Induced by Multispectral Uv for the Study of Coatings on Historical Musical Instruments
Un nuevo método de imagen de luminiscencia inducida por UV multispectral para el estudio de recubrimientos en instrumentos musicales históricos
Tiziana Cavalieri, Giacomo Fiocco, Tommaso Rovetta, Piercarlo Dondi, Marco Malagod, Monica Gulmini, Anna Piccirillo, Marco Pisani, Massimo Zucco, Marco Gargano
- 181** Vis-NIR Reflection and Luminescence Hyperspectral Imaging for the Determination of CdS-based Pigment Stoichiometry
Imágenes hiperespectrales de reflexión y luminiscencia Vis-NIR para la determinación de la estequiometría de pigmento a base de CdS
Chiara Grazia, Claudia Sapienza, Costanza Miliani, Aldo Romani
- 201** Exploring the Ultraviolet Induced Infrared Luminescence of Titanium White Pigments
Explorando la luminiscencia infrarroja inducida por ultravioleta de pigmentos blancos de titanio
Annette T. Keller, Roland Lenz, Alessia Artesani, Sara Mosca, Daniela Comelli, Austin Nevin
- 233** Rediscovering Lost Decorations of 15th Century Wall Paintings in the Chapel of Our Lady of the Fountains (La Brigue, France) by Means of UV-Vis Luminescence Imaging
Redescubrimiento de decoraciones perdidas en pinturas murales del siglo XV en la Capilla de Nuestra Señora de las Fuentes (La Brigue, Francia) mediante luminiscencia UV-Vis
Sarah Boularand, Odile Guillou, Fanny Bauchau, Jean-Marc Vallet
- 261** Luminescent Staining with Rhodamine B to Study the Penetration of Calcium Hydroxide-based (Ca(OH)_2) Nanoparticulated Consolidants to Preserve Rock Art
Tinción luminiscente con Rodamina B para estudiar la penetración de consolidantes nanoparticulados a base de hidróxido de calcio (Ca(OH)_2) en la conservación de arte rupestre
Gemma Barreda-Usó, M^a Antonia Zalbidea-Muñoz
- 279** A survey on the Use of Ultraviolet Induced Visible Luminescence in Paper Conservation
Informe sobre el uso de la luminiscencia visible inducida por ultravioleta en la conservación de papel
Aafke Weller, Bas Van Velzen, Ewout Koek

331 ANALYTICAL INDEX**337 ÍNDICE ANALÍTICO**

INTRODUCTION TO THE SERIES

PRESENTACIÓN DE LA COLECCIÓN

Laura Fuster-López

In the last years, the academic community has made a significant effort to disseminate scientific knowledge through open access publications. In Humanities, internet and social media have in addition become a valuable window for museums, research institutions and professionals in the private practice alike, not only to share knowledge but also to discuss approaches, criteria and decision-making in the design of conservation strategies. In such a rich, inclusive and accessible context, the Polytechnical University of Valencia (UPV) is launching an international peer-reviewed open access series of multi- and interdisciplinary books on current themes in the field of conservation of cultural heritage. The series is intended to provide a panoramic view of the state of the art, research and

En los últimos años, la comunidad académica ha realizado un esfuerzo importante para difundir el conocimiento científico a través de publicaciones de acceso abierto. En el área de las Humanidades, tanto internet como las redes sociales se han convertido además en una valiosa ventana para museos, instituciones de investigación y profesionales en la práctica privada, no solo a través de la cual compartir conocimientos sino también para debatir enfoques y criterios en la toma de decisiones y en el diseño de estrategias de conservación. En un contexto tan rico, inclusivo y accesible, la Universitat Politècnica de València (UPV) ha dado forma a una serie de monografías multidisciplinares e interdisciplinares de carácter internacional, de acceso abierto y con sistema de revisión por pares ciegos en torno a temas actuales en el área de la conservación-restauración

concepts of the different disciplines involved in the preservation of Cultural Heritage, hence the title of the series: *Conservation 360°**.

Within the framework of this 360° approach, there are several key aspects that define the series. First, *Conservation 360°* aims to reach a wide audience and to connect with the interests of the different specialists working in the field, by covering cross-cutting topics direct or indirectly related to day-to-day conservation practice. The topics selected will result into a book to be launched on an annual basis in the next five years. Another key point is to ensure that the approach taken will lead to a series that can be read on different levels, facilitating the access for students but also for conservators-restorers, scientists, art historians, archaeologists and many other related professionals. The volumes intend to serve as reference books that will help further developments of the discipline in the years to come. Finally, being a collection launched under the wings of a Spanish university whose mission is to train professionals and disseminate knowledge, such an effort had to go hand-in-hand with worldwide diffusion and distribution. This is the reason for offering the series in open access (and printable on demand), but also for the choice for a bilingual publication, in both English and in Spanish.

As this volume is the first of many more to come, it was considered appropriate to start with one of the first stages in all conservation interventions: the documentation of the object. As will be explained later, among the non-invasive documentation

del patrimonio cultural. El objetivo de la colección es proporcionar una visión panorámica del estado del arte, la investigación y los aspectos propios de las diferentes disciplinas involucradas en la preservación del patrimonio cultural, y de ahí el título de la colección: *Conservation 360°**

En el marco de este enfoque 360°, hay varios aspectos clave que definen a la colección. En primer lugar, *Conservation 360°* tiene como objetivo llegar a un público amplio y conectar con los intereses de los diferentes especialistas que trabajan en el área, abordando temas transversales directa o indirectamente relacionados con el día a día de la conservación-restauración. Los temas seleccionados irán tomando forma de monografía que se publicará con carácter anual durante los próximos cinco años. Otro punto clave de la colección era garantizar que el enfoque adoptado diera como resultado volúmenes con diferentes niveles de lectura, facilitando de esta manera el acceso tanto de los estudiantes, como de los conservadores-restauradores, científicos, historiadores del arte, arqueólogos y otros tantos profesionales afines. Las monografías nacen pues con la pretensión de convertirse en manuales de referencia y de contribuir al desarrollo de la disciplina en los próximos años. Por último, al tratarse de una colección lanzada en el marco de una universidad española cuya misión es formar profesionales y difundir el conocimiento, este esfuerzo tenía necesariamente que ir de la mano de la más amplia difusión y distribución a nivel internacional. Esto explica que se trate de una serie en acceso abierto (e imprimible bajo demanda), así como el hecho de que sea una publicación bilingüe (inglés y español).

* *Conservation 360°* holds the Spanish Academic Publishing Quality label (CEA-APQ) promoted by the Union of Spanish University Publishers (UNE) and endorsed by the National Agency for the Evaluation of Quality and Accreditation (ANECA) and the Spanish Foundation for Science and Technology (FECYT). It is a distinctive sign that apart from recognizing and accrediting the scientific quality of series edited by public and private Spanish scientific publishers, is easily identified by both the evaluation agencies of research activities and by the academic and research communities.

* *Conservation 360°* es una colección que nace con el sello de Calidad de Publicación Académica Española (CEA-APQ) promovido por la Unión de Editores Universitarios Españoles (UNE) y está avalada por la Agencia Nacional para la Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). Se trata de un sello distintivo que además de reconocer y acreditar la calidad científica de las colecciones de editoriales científicas españolas y públicas, es fácilmente identificable tanto por las agencias de evaluación de actividades de investigación como por las comunidades académica y de investigación.

techniques that help professionals in the field see far beyond the naked eye, UV-Vis fluorescence/luminescence is probably the one that is used most frequently in conservation labs. It is our hope this book expands readers' understanding of the technique and that it contributes to enhancing its potential in future projects.

Last but not least, I would like to use these lines to acknowledge the Editorial Office at UPV for entrusting this project to me, as well as the Advisory Board, for joining us in this adventure. Thanks also to contributors, reviewers and translators without whom this volume would not have been possible. Finally, I am particularly indebted to Marcello Picollo and Maartje Stols-Witlox for taking the lead in this first volume, and especially for their expertise, commitment and generosity to make it shine.

Dado que este volumen es el primero de otros tantos que se publicarán, se consideró apropiado elegir un tema relacionado con una de las primeras etapas en cualquier tratamiento de intervención: la documentación del objeto. Como se explicará más adelante, entre las técnicas de documentación no invasiva que ayudan a los profesionales en el campo a ver más allá de lo que alcanza a ver el ojo humano, la fluorescencia / luminescencia UV-Vis es probablemente la técnica más ampliamente difundida en los laboratorios y talleres de conservación-restauración. Esperamos que este libro contribuya a ampliar el conocimiento de la técnica por parte de los lectores y a incrementar su potencial en futuros proyectos.

Por último, pero no por ello menos importante, me gustaría aprovechar estas líneas para agradecer al Servicio Editorial de la UPV el confiar en mí este proyecto, así como al Comité Editorial, por acompañarnos en esta aventura. Gracias igualmente a los autores, revisores y traductores, sin los cuales este volumen no habría sido posible. Finalmente, un agradecimiento especial es para Marcello Picollo y Maartje Stols-Witlox por liderar este primer volumen, pero principalmente por su profesionalidad, compromiso y generosidad para hacerlo brillar.

INTRODUCTION TO THE VOLUME

INTRODUCCIÓN AL VOLUMEN

Marcello Picollo
Maartje Stols-Witlox
Laura Fuster-López

Ever since its first introduction in the field of conservation, the role of UV-VIS luminescence/fluorescence (UVL and UVf, respectively) imaging has been expanding. The unique and significant contribution of this technique for investigation of cultural heritage has led to the development of new methodologies and applications. Applications of UVL imaging nowadays range from simple, affordable low-tech instrumentation in many conservation studios to high-tech laboratory equipment operated by specialized scientists / conservation scientists. Currently, UVL imaging is one of the most widely used non-invasive documentation techniques; it may reveal important details, not only about how objects were created, but also about their history, their aging and degradation and about the transformations they have

Desde su introducción en el área de la conservación-restauración, el uso de la luminescencia / fluorescencia UV-VIS (UVL y UVf, respectivamente) ha ido en aumento. La contribución única y significativa de esta técnica en la investigación del patrimonio cultural ha llevado al desarrollo de nuevas metodologías y aplicaciones. Las aplicaciones de las imágenes UVL varían en la actualidad desde instrumentación simple y asequible de baja tecnología en muchos estudios de conservación, hasta equipos de laboratorio de alta tecnología operados por científicos especializados / científicos de la conservación. Actualmente, las imágenes UVL son una de las técnicas de documentación no invasiva más utilizadas; puede revelar detalles importantes, no solo acerca de cómo se crearon los objetos, sino también acerca de su historia, su envejecimiento y degradación

undergone over time. Hence, a concise overview of current methods and applications of UVL imaging in the conservation field is a much-needed addition to existing publications addressing the topic.

The Nature, Purpose and Build-up of this Volume

While the scientific basis of UVL imaging is explained elsewhere and while several scholars and practitioners discuss the rationale of their own methods, details of methodologies are currently rather dispersed. The main aim of the current volume of Conservation 360° is to bring together such information, providing an overview of the development, present use and future trends in the use of UVL. It is written for conservators, archaeologists, conservation scientists, professionals and students from related disciplines, and anybody with an interest in the understanding and preservation of tangible cultural heritage.

A second aim of this volume is to assist those readers currently employing UVL imaging in developing and improving their own methodology and use of UVL. The volume discusses applications within a wide range of conservation specialisms, including books and paper, archaeological objects, paintings and musical instruments. It allows for the opportunity to compare methodologies described by the different specialists. The applications discussed in this book demonstrate the versatility of UVL imaging and show the variety of questions or issues where UVL imaging can assist conservation-based enquiries. More than just a review, we hope that this volume will inspire conservators to experiment with and investigate new applications for UVL.

The volume is built up in two main sections. Part I consists of five chapters introducing: (1) the fundamentals of UVL imaging including its scientific

así como las transformaciones que han experimentado con el tiempo. Por todo ello era necesario disponer en la literatura especializada de una visión general y concisa de los métodos y aplicaciones actuales de las imágenes UVL en el área de la conservación-restauración.

Naturaleza, propósito y estructura del presente volumen

Si bien la base científica de las imágenes UVL se explica en otra sección de este volumen y varios académicos y profesionales presentan los fundamentos de sus propios métodos, los detalles de las metodologías están actualmente bastante dispersos. El objetivo principal del presente volumen Conservation 360° es reunir dicha información, proporcionando una visión general del desarrollo, el uso actual y las posibilidades futuras en el uso de UVL. El volumen está escrito para conservadores, arqueólogos, científicos de la conservación, profesionales y estudiantes de disciplinas relacionadas, así como para cualquier persona interesada en la comprensión y preservación del patrimonio cultural tangible.

Un segundo objetivo de este volumen es ayudar a aquellos lectores que actualmente emplean imágenes UVL a desarrollar y mejorar su propia metodología y uso de la UVL. El volumen analiza aplicaciones dentro de una amplia gama de especialidades de la conservación-restauración, incluidos libros y papel, objetos arqueológicos, pinturas e instrumentos musicales y permite comparar las metodologías descritas por los diferentes especialistas. Las aplicaciones presentadas en este libro demuestran la versatilidad de las imágenes UVL y muestran la variedad de preguntas o problemas en los que las imágenes UVL pueden ayudar a cuestiones relacionadas con la conservación y restauración. Más que una simple revisión, esperamos que este volumen inspire a los conservadores a experimentar e investigar nuevas aplicaciones de la UVL.

El volumen se divide en dos partes. La primera parte consta de cinco capítulos que contienen: (1) los

background, (2) instrumentation and set-ups and (3) capture and interpretation. These chapters have been written by invited authors, expert in their respective fields; they discuss UVL imaging used both for object or site documentation, both at a macro and micro level. Part II shows the variety of applications of UVL imaging in the different disciplines through seven case-studies, all submitted in an open call.

Each chapter in this volume can be read independently. While this means that some repetition may occur between the individual chapters, in particular regarding the explanation of terminology and methodology, such overlap provides interesting opportunities for cross-comparison of both terminology and methodology. In addition, it highlights similarities and differences between different situations in the practical application.

UV-VIS Luminescence/Fluorescence Imaging: Clarifying Terminology

Some general observations are in place regarding the use of terminology.

Already in the 1963, an Editorial in *Studies in Conservation*, titled “The Terminology of Technical Photography”, made an attempt at raising readers’ awareness of the need in our field to set “the basis for a rational terminology”. Six decades have gone by and we are still grappling with defining globally accepted technical terms to be used in our papers, dissertations and oral presentations. In addition, the final words of the Editorial continue to resonate within contemporary scientific communities: “It is, therefore, high time for some convention on terms to be adopted by conservators” (Editorial, 1963).

An overview of the plethora of terms in current use for labelling UVL imaging techniques (which were called photographic before the advent of the

fundamentos de las imágenes UVL, incluidos sus antecedentes científicos, (2) instrumentación y configuraciones y (3) captura e interpretación. Estos capítulos han sido escritos por autores invitados, expertos en sus respectivas áreas, y presentan imágenes UVL utilizadas para la documentación tanto de objetos como de sitios, tanto a nivel macro como micro. La segunda parte muestra la variedad de aplicaciones de la imagen UVL en las diferentes disciplinas a través de siete casos de estudio, todos seleccionados en una convocatoria abierta.

Cada capítulo de este volumen se puede leer de forma independiente. Si bien esto significa que puede haber alguna repetición en los diferentes capítulos, en particular en lo referente a la explicación de la terminología y la metodología, dicha superposición ofrece oportunidades interesantes para su comparación. Además, ello también pone de relieve similitudes y diferencias entre diferentes situaciones en la aplicación práctica.

Imágenes de luminiscencia / fluorescencia UV-VIS: clarificación de la terminología

A continuación se presentan algunas observaciones generales sobre el uso de la terminología.

Ya en 1963, un Editorial en *Studies in Conservation* titulado “La Terminología de la Fotografía Técnica”, intentó concienciar a los lectores acerca de la necesidad de establecer “la base de una terminología racional” en nuestra área. Han pasado seis décadas y todavía estamos lidiando con la definición de términos técnicos globalmente aceptados para ser utilizados en nuestros artículos, ensayos y presentaciones orales. Además, las palabras finales del Editorial continúan resonando dentro de las comunidades científicas contemporáneas: “Por lo tanto, es hora de que los conservadores adopten alguna convención sobre los términos” (Editorial, 1963).

Keats Webb proporciona al inicio de su capítulo una descripción general de la gran cantidad de términos que se

digital era), is provided by Keats Webb at the beginning of her contribution, which extensively discusses the evolution of the terminology. The authors hope that this book will initiate an endeavor to establish some basis for a common language; firstly by documenting the current use of terms in the different ‘subfields’, secondly by drawing attention to the phenomenon.

With few exceptions, the term fluorescence has historically been used in the field of cultural heritage to refer to the emission of visible radiation by a compound excited by ultraviolet radiation. However, as described in detail by Bacci in his contribution to this volume, both fluorescence and phosphorescence are subsets of the more general term luminescence; fluorescence is characterized by a short lifetime, while phosphorescence by a longer lifetime. As already introduced by Verri (Verri MA dissertation, 2007; Verri et al., 2008), in most instances the lifetime of the radiative emission is unknown, making the use of the term luminescence the term of choice for this publication.

A step beyond this level of uncertainty about terminology had however already been reached for radiative emission in the infrared range excited by visible radiation by Bridgman and Gibson (1963), whose article on visible-induced luminescence imaging (VIL) was published in the same issue as the previously reported Editorial. The rapid growth of this imaging technique for Egyptian blue (Verri, 2009) has drawn further attention to the term luminescence in the field. Nowadays, VIL is a well-known and widely accepted acronym for the technique.

Finally, another complex matter concerning terminology is connected to the terms ‘multiband’, ‘technical’, ‘multispectral’ as well as ‘hyperspectral’ imaging used in the field of cultural heritage. With the advent of digital cameras, the cultural heritage

usen en la actualidad para etiquetar las técnicas de imagen UVL (que se llamaron fotográficas antes del advenimiento de la era digital), y discute ampliamente la evolución de la terminología. Los autores esperan que este libro propicie un intento de establecer alguna base para un lenguaje común; en primer lugar, documentando el uso actual de los términos en las diferentes “subáreas”; en segundo lugar, llamando la atención sobre el fenómeno.

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 en su contribución a este volumen, tanto la fluorescencia como la fosforescencia son subconjuntos del término más general de luminiscencia; La fluorescencia se caracteriza por una vida útil corta, mientras que la fosforescencia por una vida útil más larga. Como ya lo presentó Verri en 2007 (Tesis de Master, Verri, 2007) y Verri et al. (2008), en la mayoría de los casos se desconoce la vida útil de la emisión radiactiva, por lo que el uso del término luminiscencia es el término elegido para esta publicación.

El artículo de Bridgman y Gibson (1963) sobre imágenes de luminiscencia inducida visible (VIL), fue más allá de este nivel de incertidumbre sobre la terminología para definir la emisión radiactiva en el rango infrarrojo excitado por la radiación visible, tal y como indicaba el editorial previamente indicado. El rápido crecimiento de esta técnica de imagen para el azul egipcio (Verri, 2009) propició una mayor atención al uso del término luminiscencia en el área. Hoy en día, VIL es un acrónimo bien conocido y ampliamente aceptado para la técnica.

Finalmente, otra cuestión compleja relacionada con la terminología está relacionada con los términos ‘multibanda’, ‘técnico’, ‘multiespectral’ e ‘hiperespectral’ utilizados en el campo del patrimonio cultural. Con el advenimiento de las cámaras digitales, el área del patrimonio

field has witnessed an impressive expansion of imaging methods and terms used to define them. In the past twenty years, it has become common to use the expression ‘multispectral’ to describe, for instance, the acquisition of UVL and VIL images in combination with regular RGB, raking light, photography and infrared reflectography images. However, in accordance to the wider literature, the authors believe that the term multispectral is better suited to sets of images (also known as image-cubes) from which meaningful spectral information could be retrieved (i.e. % diffuse reflectance or luminous emission intensity). The process of acquiring a set of spectrally un-calibrated images in a wide spectroscopic range with different imaging systems (e.g. UIL or VIL or infrared-reflected) will be referred in this volume to as a ‘multiband imaging technique’; this is because, as mentioned, the broad-band nature of the acquisition does not allow for the reconstruction of a usable spectrum. Multispectral imaging devices, on the other hand, are designed to acquire a sequence of calibrated images on a limited number of narrow spectral bands (from few to tens of spectral bands), usually selected by means of a suitable set of filters, generally with bandwidths of tens of nanometers (Warda, Frey, Heller, Vitale, T., and Weaver, 2017).

We hope that this volume will invigorate discussions on terminology in the field and that it will serve as a basis for the adoption of a common terminology, which would allow clearer communication and exchanges.

The Introduction and Early Use of UVL in the Conservation Field

Ultraviolet radiation has been widely used for art conservation examination since the mid-1920s, once Wood lamps became commercially available. As discussed by Marsh (1978) already in the 1930s,

cultural ha sido testigo de una impresionante expansión de los métodos de imagen y los términos utilizados para definirlos. En los últimos veinte años, se ha vuelto común usar la expresión ‘multiespectral’ para describir, por ejemplo, la adquisición de imágenes UVL y VIL en combinación con imágenes regulares de RGB, luz rasante, fotografía e imágenes de reflectografía infrarroja. Sin embargo, de acuerdo con la literatura, los autores creen que el término multiespectral se adapta mejor a conjuntos de imágenes (también conocidos como cubos de imágenes) a partir de los cuales se podría recuperar información espectral significativa (es decir, % de reflectancia difusa o intensidad de emisión luminosa). El proceso de adquirir un conjunto de imágenes espectralmente no calibradas en un amplio rango espectroscópico con diferentes sistemas de imágenes (por ejemplo, UIL o VIL o infrarrojo) se denominará en este volumen “técnica de imagen multibanda”; Esto se debe a que, como se mencionó, la naturaleza de banda ancha de la adquisición no permite la reconstrucción de un espectro utilizable. Los dispositivos de imágenes multiespectrales, por otro lado, están diseñados para adquirir una secuencia de imágenes calibradas en un número limitado de bandas espectrales estrechas (de pocas a decenas de bandas espectrales), generalmente seleccionadas mediante un conjunto adecuado de filtros, generalmente con anchos de banda de decenas de nanómetros (Warda, Frey, Heller, Vitale y Weaver, 2017).

Esperamos que este volumen fomente el debate en torno a la terminología en el área y que sirva de base para la adopción de una terminología común, que permita una comunicación e intercambio más claros.

La introducción y el uso temprano de UVL en el campo de la conservación

La radiación ultravioleta se ha utilizado ampliamente en el examen de obras de arte desde mediados de la década de 1920, una vez que las lámparas de Wood estuvieron disponibles comercialmente. Según Marsh (1978), ya en la década de 1930, los laboratorios de

several papers and books dealing with the application of UVL photography in the investigation of works of art were published by museum conservation laboratories. Among those publications was *Ultra-Violet Rays and their Use in the Examination of Works of Art*, published in 1931 by Rorimer, conservator at The Metropolitan Museum of Art. In his paper, Rorimer presented the use of UV radiation for photographic documentation in a scientific manner and reported a set of case studies covering a range of various types of artefacts and documents. This book was reviewed with enthusiasm by George Stout (1932), who praised the publication of his museum colleague as "a book that is at the same time valuable aid to the most expert research worker and museum curator", and of service to "the occasional student of the fine arts" (Stout, 1932). Between these early applications in the 1930s and the advent of the digital cameras late in the 20th century, UVL photography experienced a transition from black & white to color films, but fundamentally making use of the same UV radiation source, as developed by Wood, despite the availability of flashtubes. While flashtubes have been available for UVL photography since the 1970s, they were rarely used in the field of cultural heritage, notwithstanding their many advantages over Wood lamps (Verri and Saunders, 2014; Autenrieth, Aldrovandi, and Turek, 1992). In recent years, yet another source has become part of the toolkit for those interested in investigating cultural heritage: UV LEDs.

The transition from analog to digital cameras dramatically revolutionized photography. Images captured with a digital camera are normally referred to as 'digital images' (digital imaging) rather than photographs, despite both generating a 'drawing of light', as the Greek origin of the term indicates. This is probably because a digital image does not exist, in physical terms, until it is displayed on a monitor or printed on paper. Digital imaging provides

conservación de los museos publicaron varios documentos y libros relacionados con la aplicación de la fotografía UVL en la investigación de obras de arte. Entre esas publicaciones se encontraba *Los rayos ultravioleta y su uso en el examen de obras de arte*, publicado en 1931 por Rorimer, conservador del Metropolitan Museum of Art. En su artículo, Rorimer presentó el uso de la radiación UV para la documentación fotográfica de una manera científica así como un conjunto de casos de estudio en torno a diversos tipos de objetos y documentos. Este libro fue revisado con entusiasmo por George Stout (1932), quien elogió la publicación de su colega del museo como "un libro que es al mismo tiempo una ayuda valiosa para el investigador más experto y para el conservador del museo", y de utilidad al "estudiante ocasional de bellas artes" (Stout, 1932). Entre estas primeras aplicaciones en la década de 1930 y el advenimiento de las cámaras digitales a finales del siglo XX, la fotografía UVL experimentó una transición de películas en blanco y negro a color, pero fundamentalmente utilizando la misma fuente de radiación UV, desarrollada por Wood, a pesar de la disponibilidad de flashes. Si bien los flashes han estado disponibles para fotografía UVL desde la década de 1970, rara vez se utilizaron en el campo del patrimonio cultural, a pesar de sus muchas ventajas frente a las lámparas de Wood (Verri and Saunders, 2014; Autenrieth, Aldrovandi, and Turek, 1992). En los últimos años, otra fuente se ha convertido en parte del conjunto de herramientas para aquellos interesados en investigar el patrimonio cultural: los LED

La transición de las cámaras analógicas a las digitales revolucionó drásticamente la fotografía. Las imágenes capturadas con una cámara digital normalmente se denominan "imágenes digitales" (*digital imaging*) en lugar de fotografías, a pesar de que ambas generan un "dibujo de luz", como indica el origen griego del término. Esto probablemente se deba a que una imagen digital no existe, en términos físicos, hasta que se muestra en un monitor o se imprime en papel. La imagen digital ofrece ventajas sustanciales sobre la película, ya que

Para seguir leyendo, inicie el proceso de compra, click aquí