

# IMÁGENES PARA LA CIENCIA

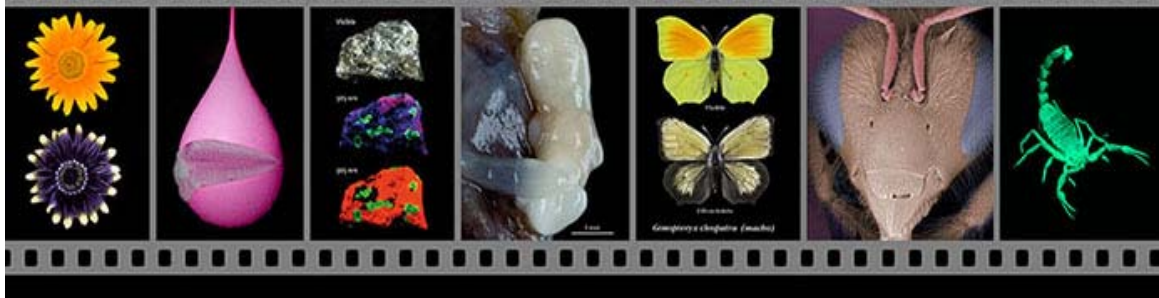
Luis Monje Arenas

EXPOSICIÓN

Encuentro anual ASEIC 2013  
6 y 7 de abril CENEAM  
(Valsain Segovia)



Asociación Española de Cine e Imagen Científicos



## IMÁGENES PARA LA CIENCIA

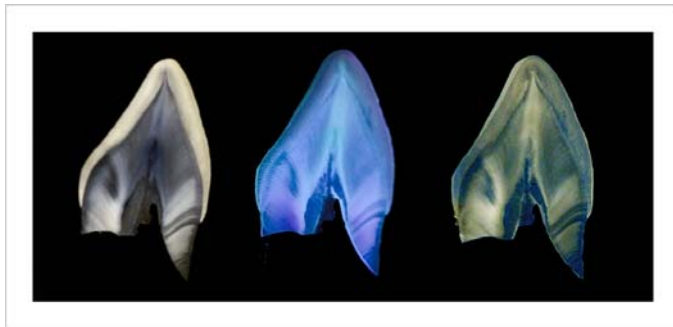
Fotos y textos exposición Luis Monje Arenas

*Luis.Monje@ASECIC.org*



### 1. FOTOGRAFÍA DE ALTA VELOCIDAD

Algunos sucesos son demasiado rápidos para ser observados por nuestra vista. Gracias a la fotografía de alta velocidad podemos hacer visibles estos fenómenos. Esta rama de la imagen científica comienza donde terminan los obturadores mecánicos (1/10.000 de segundo) y termina en la llamada fotografía de femtosegundo, es decir una millonésima de una mil millonésima de segundo =  $10^{-15}$  segundos, que es casi lo que tarda la luz en recorrer una longitud similar al grosor de un cabello. La rotura de este globo lleno de agua la capté en un garaje a oscuras, a obturador abierto, mediante flashes rápidos de 1/47.000 de segundo conectados a un sistema infrarrojo montado sobre el cañón de una pistola.



### 2. FOTOGRAFÍA ORTODENTAL

Durante un estudio ortodental en el que se buscaban compuestos con fluorescencia similar al diente humano, con la idea de evitar que en discotecas con luz negra se notasen las prótesis, tuve que fotografiar esta sección de un colmillo con varios tipos de luces. Con luz visible era imposible distinguir la capa de esmalte de la de dentina, así que probé

con técnicas de ultravioleta cercano, fluorescencia e infrarrojo. En la región ultravioleta de los 375nm logré hacer visibles ambas capas gracias a la fuerte reflexión ultravioleta del esmalte. Retirando el filtro ultravioleta y usando un Wratten 2E capté también la bonita fluorescencia azul del diente humano.



### 3. FOTOGRAFÍA ULTRAVIOLETA

La vista humana, por culpa de la opacidad de la córnea, ha perdido evolutivamente la facultad de ver en la región del ultravioleta una capacidad que aún conservan la mayoría de los insectos. Hace unos 10 años se demostró la teoría del "patrón diana" que explica como muchas flores presentan un esquema común, con una zona de fuerte reflexión UV rodeada por otra muy absorbente. Ambas, en conjunto, se muestran al insecto como una diana en cuyo centro está el néctar. La fotografía la tomé con equipo de fabricación propia durante el Año de la Ciencia, para una exposición sobre visión de insectos en el Jardín Botánico de Barcelona.



#### 4. FOTOMACROGRAFÍA

En 1941, tras un paseo por el campo con su perro, el ingeniero suizo George de Mestral observó lo complicado que resultaba desenganchar del pelo de su perro los frutos de algunos cardos del género *Arctium*, conocidos vulgarmente en España como arrancamoños. Tras observar sus pequeños ganchos al microscopio y de meditar una noche, inventó el sistema de cierres Velcro. La imagen de esta cinta Velcro de doble cara la tomé con el sistema de súper macro, desarrollado en mi departamento de la UAH, mediante el apilamiento de 47 imágenes y posiblemente sea la mejor que existe sin el empleo de costosos microscopios electrónicos de barrido.



#### 5. FLUORESCENCIA

Los escorpiones, junto con las escolopendras y algunas (pocas) arañas, son de los pocos artrópodos capaces de emitir luz fluorescente cuando se les ilumina con luz UV. Al ser animales de hábitos nocturnos, la explicación evolutiva resulta bastante complicada, aunque como están entre los animales terrestres más antiguos, es posible que tenga algo que ver con la abundancia de luz UV en el periodo Devónico en que se formaron. Actualmente, la fluorescencia se ha vuelto una desventaja para ellos, ya que en México y Extremo Oriente son fáciles de capturar de noche con linternas UV. La foto la tomé con una potente linterna forense de UV de

370nm sobre un ejemplar vivo de *Buthus occitanus* que me guardaron en la universidad de Barcelona durante el tiempo que trabajé allí.



#### 6. FOTOGRAFIA INFRARROJA

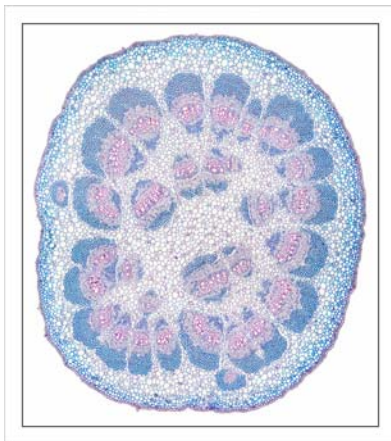
Más allá del rojo más profundo (680nm) entramos en la región del infrarrojo, en la que somos ciegos los humanos. Aunque esta región espectral es enorme, podemos captar el infrarrojo cercano (680-1100nm) eliminando el filtro "hot mirror" que colocan los fabricantes sobre el sensor de las cámaras digitales. En estas longitudes de onda, las plantas con clorofila reflejan fuertemente el infrarrojo y aparecen como en esta imagen captada durante unos de mis cursos de fotografía invisible en el parque del Retiro de Madrid. Empleamos un filtro de corte de 720nm que deja pasar también un poco de luz visible para conseguir así el falso color. Más allá de los 780nm solo se puede captar el infrarrojo puro y la imagen resultaría 100% monocromática.



## 7. FOTOGRAFÍA MÉDICA

Durante los años 2008-2009 colaboré en un estudio sobre la evolución cerebral y el síndrome de Alzheimer. En ese tiempo fotografié muchos cerebros en sus distintas etapas de desarrollo, enteros y cortados en rodajas con un aparato especial diseñado por uno de los investigadores. En la imagen aparecen juntos un cerebro humano de un adulto de 65 años y el pequeño cerebro liso de un feto de 3,5 meses de edad gestacional, que es

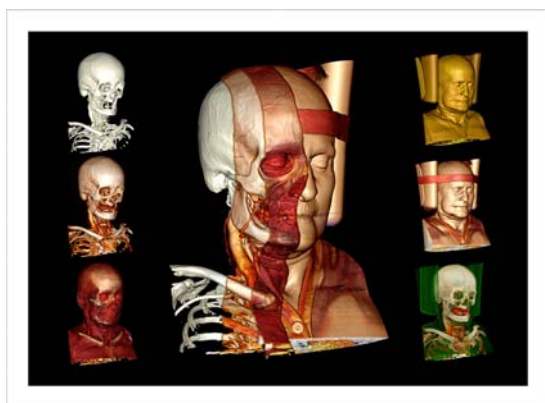
justamente la etapa en la que empiezan a formarse las circunvoluciones cerebrales. La dificultad de estas fotos estaba en eliminar los brillos sobre una superficie rugosa y húmeda de formol. Con luz polarizada y un gran tubo difusor solucioné el problema.



## 8. FOTOMICROSCOPIA ÓPTICA

Más allá de los límites de aumento de la fotomacrografía, entramos en el campo de la fotomicroscopía en el que se necesita adaptar la cámara a un microscopio óptico. El objetivo de estos aparatos produce una imagen primaria que vuelve a ser ampliada mediante las lentes del ocular dando unos aumentos que oscilan entre los x40 y x2000. En esta fotomicrografía de un corte de tallo de arce blanco (*Acer pseudoplatanus*) teñido mediante la técnica tetracromica de Conant, se observa una tenue cutícula rosa recubriendo la epidermis, bajo la que subyace en forma de capa azulada el colénquima. La mayor parte del tallo está ocupado por el parénquima, que son las grandes células blanquecinas, y en su interior están los haces vasculares de xilema (en rojo), protegidos por las duras células de esclerénquima (azul oscuro).

La mayor parte del tallo está ocupado por el parénquima, que son las grandes células blanquecinas, y en su interior están los haces vasculares de xilema (en rojo), protegidos por las duras células de esclerénquima (azul oscuro).



## 9. FOTOGRAFÍA MÉDICA

Los avances médicos, en el campo de la imagen científica son cada día más espectaculares, especialmente en las técnicas dedicadas a la visualización del interior del cuerpo humano como la RMN (Resonancia Magnética Nuclear), TAC (Tomografía Axial Computarizada) o incluso el TEP (Tomografía por Emisión de Positrones). En la imagen se muestra una composición multicapa de los nuevos TAC de Rayos-X, en 3D y

falso color de última generación, cuya sensibilidad puede adaptarse para captar desde la piel y el tejido del pijama, hasta los huesos más densos. La imagen puede además rotarse en el espacio e incluso observarse virtualmente en 3D. La imagen central la compuse superponiendo las seis laterales y borrando con Photoshop parcialmente las capas.



#### 10. FOTOGRAFÍA ULTRAVIOLETA

Entre las más de 300 especies de flores que fotografié en ultravioleta para el Jardín Botánico de Barcelona destacaban especialmente las distintas variedades de *Gazania*. Las fotos fueron tomadas con una cámara de serie especialmente sensible al UV: la Nikon D70, sobre la que sujeté con adaptadores especiales un objetivo especial de ampliadora libre de recubrimientos anti reflectantes, un filtro de Wood opaco al visible y permeable al ultravioleta y finalmente otro “hot

mirror” destinado a tapan la contaminación por la ventana infrarroja que presentan todos los filtros de Wood. En la imagen una flor de *Gazania X splendens* en visible y UV, iluminada con flashes especialmente adaptados para emitir ultravioleta.



#### 11. FOTOGRAFÍA FORENSE

Una de las rutinas más comunes en los trabajos forenses es el examinar la escena con linternas azules o de luz ultravioleta cercano (también llamada luz de Wood). Muchos objetos como el semen, la saliva o las huellas grasientas, presentan fluorescencia bajo dicha luz y otros muestran una distinta reflectancia. En ambos casos, mediante filtros barrera que eliminen la luz de emisión, pueden registrarse muy bien dichos elementos. La matrícula falsa de la imagen pertenecía a un

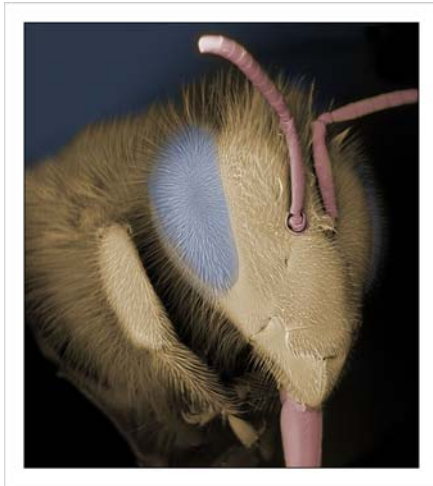
vehículo utilizado por un grupo terrorista. La imagen la tomé en el laboratorio central de la policía científica colocando a pulso, en medio del objetivo, unas gafas naranjas forenses a modo de filtro de barrera. La luz empleada fue del tipo Bluemax.



#### 12. FOTOGRAFÍA NOCTURNA

La fotografía nocturna de cielos se puede considerar la única rama de la astrofotografía en que la cámara no necesita estar montada en un dispositivo de seguimiento que la mantenga orientada hacia un objeto fijo del firmamento. Debido al movimiento de la Tierra, para que las estrellas no aparezcan como trazos, el tiempo de exposición queda limitado en función de diversos parámetros. La imagen, fue tomada con un sensor grande Nikon FX durante 30

segundos en la cima del Pico Alto Rey (Guadalajara). La extremada sensibilidad de la cámara fue capaz de captar la débil luz roja de una lamparilla en el altar de la ermita.



### 13. FOTOMICROSCOPIA ELECTRÓNICA

Si en un microscopio empleamos como medio de “iluminación” y ampliación electrones, en vez de fotones, estaríamos ante un microscopio electrónico, cuya resolución es más de mil veces mayor que la del óptico por la menor longitud de onda de los electrones. Como estas partículas están fuera del espectro visible, las imágenes obtenidas carecen de color, aunque posteriormente pueden tratarse mediante técnicas de adición de falsos colores. La imagen de arriba corresponde a la cabeza de una abeja común (*Apis mellifera*) y fue registrada por mi colega Laura Tormo, operaria de en uno de los mejores microscopios electrónicos

de barrido de España, que tiene la peculiaridad de que no precisa un metalizado previo de las muestras. El color lo añadí posteriormente mediante un conocido programa de tratamiento de imagen.



### 14. POLARIZACIÓN

El arco iris es un fenómeno óptico relacionado con varios factores entre los que destacan la refracción y en menor medida la reflexión de la luz. Hasta que tomé durante una tormenta está imagen del Panteón de la Duquesa del Sevillano, al lado de mi casa, no tenía ninguna noticia de que la luz del arco iris estuviese polarizada; es decir, que su luz vibra en un solo plano.

Mientras registraba este bello espectáculo natural se me ocurrió observarlo a través de un filtro polarizador lineal y que quedé sorprendido al verlo desaparecer cuando lo giraba 90 grados, así que decidí capturar este curioso y poco conocido efecto producto de la reflexión de la luz.



### 15. FOTOGRAFÍA KIRLIAN

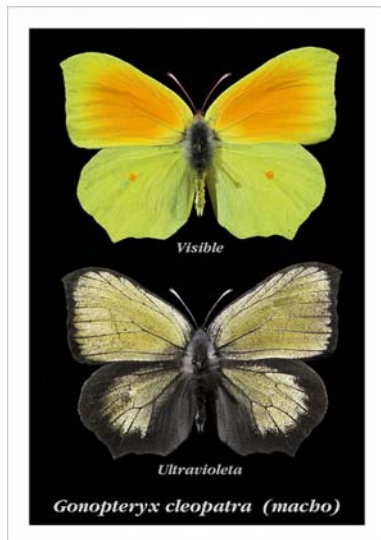
La cámara Kirlian fue inventada por los rusos Semyon y Valentina Kirlian en 1939. En la Unión Soviética se le atribuyeron, entre otras virtudes, la capacidad de registrar el aura humana y en función de su tamaño y color, deducir el estado de salud de personas y animales, aunque en realidad lo que se captaba era el “efecto corona” producido al aplicar sobre una placa un campo eléctrico de alta tensión y

baja intensidad. En la imagen se muestra el efecto corona del dedo de uno de mis alumnos, en una cámara Kirlian digital de las empleadas en las clínicas de medicina alternativa.



#### 16. SUPER FOTOMACROGRAFÍA DE BARRIDO

Los mixomycetes son un vasto grupo de organismos muy poco conocido y tan extraño, que ha tenido que crearse para ellos un grupo taxonómico independiente. Tienen la particularidad de presentar una fase móvil llamada plasmodio que se desliza por los restos vegetales podridos hasta que encuentra las condiciones óptimas para fructificar. En ese momento brota de él una pequeña estructura, llamada esporocarpo, que es fundamental para la determinación de la especie. Debido al pequeño tamaño de esta *Lamproderma*, tuve que registrarla empleando técnicas de súpermacro de apilamiento, sintetizando la imagen final a partir de 45 tomas consecutivas entre las que desplacé la muestra 0,02mm.



#### 17.FOTOGRAFÍA ULTRAVIOLETA

Uno de los últimos descubrimientos de la fotografía ultravioleta es el patrón de reflectancia de algunas mariposas al que se le atribuyen funciones etológicas y reproductivas. La mayor parte de las especies tienen capacidad de visión UV que se ha demostrado que contribuye directamente a la orientación en vuelo, ya que colocándolas en un simulador y filtrando la luz para excluir este tipo de radiación, acaban totalmente desorientadas. La imagen compuesta que corresponde a un mismo ejemplar de *Gonopteryx* en visible y en UV, la capté en mi laboratorio con un doble filtro (UV y Hot-mirror) a solicitud de la Casa de las Ciencias de Logroño.



#### 18.FOTOGRAFÍA FORSENSE

En hospitales es habitual conservar los abortos con malformaciones (monstruos) más raras en formol, tanto como curiosidad como para registro de estudios estadísticos regionales. Lo más habituales, sin embargo, se analizan anatomopatológicamente antes de desecharlos. La imagen de la foto, que fue tomada con un objetivo macro y flash rebotado, corresponde a

un aborto en fresco que murió ahorcado por su propio cordón umbilical. Dicho feto presentaba una malformación llamada "feto sirénido" debido a que la fusión de las extremidades inferiores se asemeja a la cola de una sirena mitológica.



### **19.ASTROFOTOGRAFIA PLANETARIA**

La astrofotografía planetaria se encarga de registrar objetos celestes que reflejan la luz y al contrario que la de cielo profundo, no precisa complejas tomas con filtros especiales ni largas exposiciones, aunque común a ambas es la técnica de usar múltiples exposiciones para disminuir el ruido y aumentar la resolución. La presente imagen corresponde al planeta Saturno y fue tomada por mi colega Faustino Organero con un telescopio Newton de 300mm f:5 con una

lente barlow 2x y registrada grabando un clip de vídeo con una Webcam Philips Toucam Pro acoplada al ocular. El clip de vídeo fue descompuesto luego en un total de 1028 imágenes que fueron procesadas con los programas Registax, Iris y Photoshop.



### **20.SUPER FOTOMACROGRAFÍA DE BARRIDO**

Uno de los grandes problemas de la fotomacrografía es la reducidísima profundidad de campo que, a grandes aumentos llega a reducir la zona enfocada al grosor de un papel. Este problema hasta ahora era irresoluble. Actualmente empleamos técnicas de apilamiento variando ligeramente entre cada toma el punto de enfoque y posteriormente, mediante programas especiales, se selecciona la parte enfocada de cada imagen hasta reconstruir la muestra totalmente enfocada. La presente imagen muestra la cabeza de una hormiga captada con un aparato automático construido en mi laboratorio y es la suma de 72 imágenes con un

desplazamiento entre ellas de tan solo 0,02mm.