

ultravioleta y han desarrollado “*patterns*” en su cuerpo que reflejan la luz en la región del espectro de dichas radiaciones ultravioletas.

En diferentes especies sin dimorfismo sexual, la preferencia por parte de las hembras para los apareamientos está determinada por los colores del plumaje en ultravioleta, no por el plumaje en la gama de los colores que vemos nosotros. En los estorninos (*Sturnus vulgaris*) (Figura 22) las hembras muestran una preferencia por los machos que tienen manchas ultravioleta en la punta de las plumas del cuello. Dígase lo mismo del herrerillo (*Cyanistes cianus*) (Figura 23): los machos se distinguen de las hembras sólo por la capacidad de reflejar el ultravioleta en las plumas azules de la cabeza; las hembras escogen a los machos con la cresta que mejor refleja los ultravioleta.

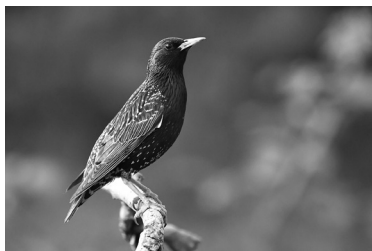
Infrarrojo

Incluso el calor emitido por una buena hoguera está constituido por radiaciones llamadas infrarrojas que no son visibles por el ojo humano, a no ser que dispongamos de instrumentos para la visión nocturna, sensibles a los infrarrojos que permiten la visión de objetos calientes. Las serpientes, a lo largo de su evolución, han desarrollado un sistema de visión análogo; al ser depredadores sobre todo nocturnos, perciben la presencia de las presas gracias a unos hoyuelos asociados a células termorreceptoras sensibles a las radiaciones infrarrojas emitidas por los cuerpos (Figura 24).

“Nel blu dipinto di blu” - Azul pintado de azul

El título de este párrafo lo hemos robado de la famosa e inolvidable canción italiana conocida también como “*Volare*”, interpretada por Domenico Modugno que cuenta la visión onírica de un hombre que confunde el color del cielo con el color de los ojos de su amada mujer hasta saltar en un vuelo de libertad, hacia el infinito. Una posible inspiración del autor de la letra pareciera ser el cuadro “*El gallo rojo en la noche*” de Marc Chagall.

No hay inicio mejor para hablar de otro fluido de color similar: el mar. Algunos animales viven en un medio ambiente en el que la visión del rojo y del verde es completamente inútil, como el mar. Sumergiéndose en este fluido y yendo a sus profundidades, la luz del sol llega muy filtrada y débil; aquí es necesaria la opsina rodopsina que contienen los fotorreceptores bastoncillos que en los mamíferos terrestres por lo general es regulada para percibir la longitud de onda alrededor de 500 nanómetros. ¿Cómo es posible que los delfines y los peces puedan ver en aguas a una profundidad incluso de 200 metros, a donde llega una reducida banda de luz azul con una longitud de onda de unos 400 nm? Aquí también entra en juego la evolución: su rodopsina está modificada, orientada hacia el azul en el espectro luminoso ¡para permitirles adaptarse a este estilo de vida! (Figura 25).



22



23



24



25

Figura 22. Estornino Pinto *Sturnus vulgaris* macho. **Figura 23.** Herrerillo común *Parus caeruleus* macho. **Figura 24.** Detalle de la cabeza de la serpiente *Natrix natrix*. **Figura 25.** Delfines.

Para los artistas, los modos en los cuales el entorno afecta, interpela y conmueve a su obra son difíciles de clasificar, como tampoco resulta posible dimensionar –con fórmulas matemáticas– la recepción del arte por parte del espectador.

El arte posee la propiedad de proponer imágenes que son parte del mundo vivencial de cada artista y comparte sus miradas acerca de los objetos circundantes según su propia sensibilidad.

Los artistas recurren a diversos saberes y oficios que les permiten construir sus obras a través de diferentes medios como lo son la pintura, la escultura, la fotografía, la cerámica, el video, el arte digital y las instalaciones.

Fue Marcel Duchamp, figura fundamental en el pasaje del arte moderno al contemporáneo, quien comenzó a cuestionar el rol del público en la interpretación de las obras artísticas, por medio de sus “*ready made*”, piezas realizadas a partir de la incorporación de objetos cotidianos industriales. Los objetos separados así de sus funciones habituales y elevados a la categoría de arte, advertían que el arte podría dejar ser una cuestión puramente visual y llamaban a considerar aspectos inherentes a la recepción y al rol del público

en la interpretación de las obras. El arte exigiría un compromiso y participación mayor por parte de quien lo contempla, de modo que el acto creativo, para Duchamp, es una realización conjunta entre el artista y el espectador. Sus ideas exigen del público una mayor participación en el acto creativo, volviéndolo co-autor de sus obras.

En la vía de la recuperación de la relación arte y vida iniciada por las vanguardias históricas, el legado de Duchamp abrió un camino creativo por fuera de la pura visualidad.

Desde entonces, los artistas construyen obras a partir de la relectura y aportes de diferentes campos del conocimiento cómo lo son la biología, la matemática, la física, la historia, la geología, la literatura, la historia del arte y el diseño entre otras.

Este modo de construcción cognitiva del arte difiere claramente de las posibilidades que tienen los animales de percibir estímulos visuales restringidos a satisfacer sus necesidades de alimentación, reproducción y supervivencia como especie (*Figuras 26 y 27*).

Como ejemplo de este abordaje transdisciplinar que nos convoca en este artículo, nuestra artista ha elegido una de sus obras, de modo de vincular el campo propuesto de la luz en su relación específica con la visión de los animales (*Figuras 28, 29 y 30*).

La obra seleccionada se titula *Naturaleza muerta, perro, ave y abeja*, consta de tres fotografías color de 90 x 60cm y una frutera de cerámica 34 x 34 x 41 cm, con réplicas de vegetales.

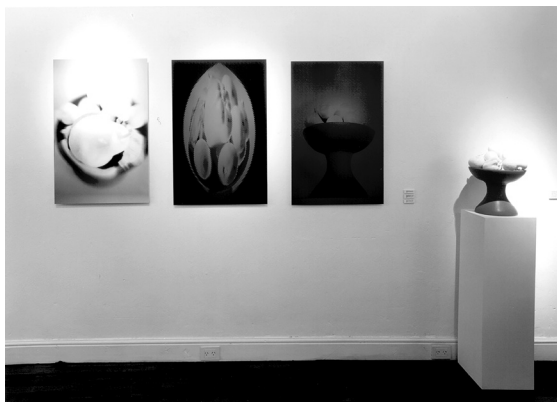
Dicha obra formó parte de la muestra individual, *Jardines y Jardines. Mañana, Tarde y Noche* en la Galería 713 San Telmo, en Argentina durante el año 2006. La muestra fue concebida con referencias de la historia del arte, la historia del paisaje desde China del Siglo V, pasando por Flandes, los Románticos, los Impresionistas, además de algunos estudios actuales científicos y pseudocientíficos.

La obra no es una representación exacta de referencias de la biología, pero la incorporación de gráficos como recurso en la sala de exposición, sugieren un “carácter científico” como estilo de producción en sus obras de los años 90 cuando estudiaba Biónica en Italia. Las fotografías evocan los tres sistemas de visión animal: la de un perro, un águila y una abeja. Las miradas y los campos de visión de estos animales se dirigen a un mismo objeto: una frutera, repleta de réplicas de manzanas, peras, repollos, bananas, limones, tomates. La frutera como símbolo de la comida y el alimento necesario para la vida.

Las tres fotos funcionan como las posibles traducciones de las visiones de estos animales según los distintos puntos de vista y según se encuentren volando o ubicados en el piso.

La mirada científica aporta información acerca de algunas aves rapaces, como el Águila Real cuyos ojos poseen el pecten, la membrana nictitante y la fovea. El pecten es una estructura en forma de peine, situada cerca de la base del ojo, que lo irriga y que también puede incrementar su capacidad para percibir imágenes poco claras. La membrana nictitante es el “tercer párpado”, transparente, que limpia y protege el ojo y del que carecen la mayoría de los mamíferos.

La fovea la parte más profunda de la retina que permite percibir con la máxima nitidez una porción del campo de visión, tiene un millón de células por mm²; al contrario la fovea humana tiene 200.000 células por mm². Si nuestro sistema visivo fuese perfecto como el del águila, podríamos ver una hormiga caminando en la tierra desde el décimo piso de un edificio y los objetos aparecerían aumentados.



26



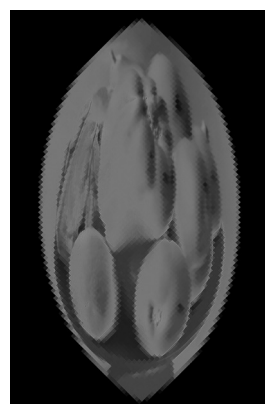
27



28



29



30

Figura 26. *Naturaleza muerta, perro, ave y abeja*, consta de tres fotografías color de 90 x 60cm y una frutera de cerámica 34 x 34 x 41 cm, con réplicas de frutas y verduras del año 2006. **Figura 27.** *Naturaleza muerta, perro, ave y abeja*, consta de tres fotografías color de 90 x 60cm y una frutera de cerámica 34 x 34 x 41 cm, con réplicas de frutas y verduras del año 2006 (detalle). **Figura 28.** *Naturaleza muerta, ave*, consta de una fotografía a color de 90 x 60cm, año 2006. **Figura 29.** *Naturaleza muerta, perro*, consta de una fotografía a color de 90 x 60cm, año 2006. **Figura 30.** *Naturaleza muerta, abeja*, consta de una fotografía a color de 90 x 60cm, año 2006.

Por la característica que tienen las aves de poder mover sus ojos independientemente, amplían y reducen su campo visual y el foco. Por ejemplo, convergen para buscar comida y se separan para atrapar a un predador (*Figura 31*).

En el caso de la visión de los perros, sus ojos tienen solo dos tipos de conos fotorreceptores y no tres como nosotros, por lo cual reducen la gama de colores que llegan a percibir, por esto podemos decir que ven como los daltónicos: son ciegos al color rojo y al verde. Distinguen del espectro los colores que están entre el amarillo y el azul. Ven un mundo más brillante y menos detallado, les resulta más fácil cuando los objetos están en movimiento y es de noche.

Debido a la posición de los ojos en la cabeza, con respecto al campo visual, este es más amplio en el caso de los perros; con respecto a la profundidad (hacen foco en los diferentes objetos), los seres humanos tenemos una superposición del campo de cada ojo de 140 grados, mientras que en el perro es de 100 grados. Esto limita al perro en su capacidad de acomodar la visión en varios objetos a la vez (*Figura 32*).

Hablando en el caso de ojo compuesto de las abejas, este está constituido por una serie de fotorreceptores de forma hexagonal llamados omatides que posibilitan la visión “a mosaico”. Cada uno de los omatides, son como lentes y provocan deformaciones con forma de ojivas de aspecto pixelado. Cuando el sol brilla ven patrones de colores en el cielo que les permite guiarse a manera de eficientes cartas de navegación.

Las abejas ven una parte del espectro de colores que para nosotros es completamente invisible; la gama se extiende desde el ultravioleta (300 nanómetros) hasta el amarillo anaranjado (650 nm), mostrando picos de sensibilidad hacia el ultravioleta, azul y verde. Para el ojo humano, la cinta de color va desde los 400 nm a 750 nm, con mayor sensibilidad para el azul, verde y rojo.

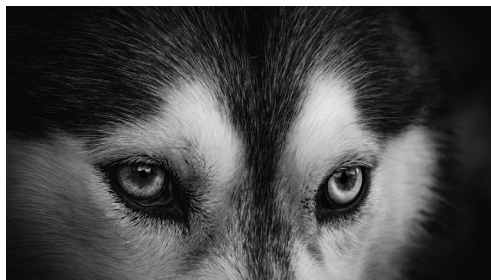
En la oscuridad de los abismos

La vida no se detiene nunca ni siquiera frente a la oscuridad y la profundidad de los océanos. En muchas especies de peces abisales, de aspecto monstruoso, que parecen proceder de un mundo extraterrestre (en efecto viven hasta a 1500 metros de profundidad) hay una fuerte multiplicación de genes para la producción de opsinas. Una de estas criaturas es *Diretmus argenteus*, un pez pequeño de ojos grandes que posee ni más ni menos que 38 opsinas diferentes en los bastoncillos y otras dos opsinas más en los conos, que le otorgan una sensibilidad incluso a niveles muy bajos de luz; la sensibilidad de dichas opsinas cubre exactamente la gama de longitud de onda de las bioluminiscencias producidas por los órganos emisores de organismos abisales y por eso ve en la oscuridad de los abismos. En efecto las sorpresas a estas profundidades no se terminan aquí: muchas criaturas que viven en la absoluta oscuridad producen luz a través de una reacción química muy semejante a la que llevan a cabo las lagartijas; de este modo pueden verse, encontrar pareja y hallar presas y depredadores: en esta cadena alimentaria no hay lugar para los productores (*Figura 33*).

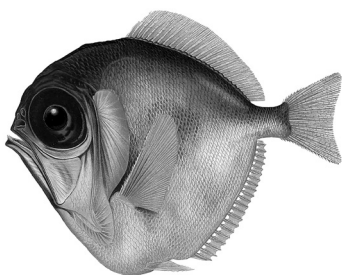
Y ahora llegamos a la mayor rareza natural de los abismos. Es un extraño pez que vive a unos 800 metros de profundidad; su nombre es *Macropinna microstoma*, llamado también



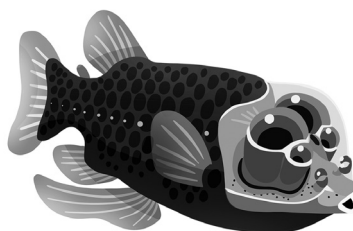
31



32



33



34

Figura 31. Detalle de la cabeza del gavilán *Accipiter nisus*, ave rapaz diurna. **Figura 32.** Cabeza de perro *Canis lupus familiaris*. **Figura 33.** Dibujo del pez abisal *Diretmus argenteus*. **Figura 34.** Dibujo del pez abisal *Macropinna microstoma*.

“ojos tubulares”; ha desarrollado una vista especial, gracias a la forma de sus ojos y al cráneo transparente. Los ojos, sumergidos en un fluido corpóreo, son móviles y capaces de rotar a lo largo de un eje longitudinal que permite que el animal pueda mirar en todas las direcciones a través de la cabeza transparente. Los pigmentos oculares verdes son capaces de almacenar luz, otorgando al pez una especie de “vista de túnel” con la cual orientarse en las oscuras aguas en las que vive e identificar la bioluminiscencia de las medusas o de otros animales. La boca pequeña sugiere una gran precisión y selectividad a la hora de capturar a sus pequeñas presas nadadoras. Podemos imaginar que este pequeño pez de unos 15 centímetros, roba la comida a los *siphonophoros* (medusas coloniales). El escudo transparente protege sus órganos visivos de los centenares de tentáculos urticantes con los cuales esos invertebrados capturan pequeños microorganismos. Identificado por primera vez en 1939, vive en el Océano Pacífico septentrional en la franja templada y subártica; hasta hoy en día no se sabe si es una especie rara o de amplia difusión. A simple vista los ojos son difíciles de reconocer y es fácil confundirlos con dos pequeñas fisuras situadas en la parte superior de la cara, que en realidad son las narinas. Animales de este tipo, suscitan interés

entre los naturalistas y esperamos que puedan despertar la curiosidad de los diseñadores y de los artistas para hallar nuevos proyectos (*Figura 34*).

Nota. En el presente trabajo se incluyen imágenes en escala de grises por motivos editoriales. Hablando de luz y los colores el resultado no siempre permitirá destacar de la mejor manera posible los fenómenos tratados.

Traducción de Marta Gomez y Marcela Cabutti.

Ilustraciones realizadas por @Alessia Cassia y Michela Figini ambas del Liceo Artístico Estatal de Brera, Mián, Italia.

Bibliografía General

- Physics of Waves, W. C. Elmore M. A. Heald, 1969, Dover publication.
- Introduction to modern Physics, F. K. Richtmyer, E. H. Kenned, J. N. Cooper, 1995, McGraw-Hill.
- Ottica, B. Rossi, 1991, Masson.
- The Making of the Fittest DNA and the Ultimate Forensic Record of Evolution, Sean B. Carroll, 2006. New York. U.S.A.
- Peter J. Herring (2000). “Bioluminescent signals and the role of reflectors” (abstract). *Journal of Optics A: Pure and Applied Optics*. 2 (6): R29–R38. doi:10.1088/1464-4258/2/6/202.
- Poulsen, J. Y., Sado, T., Hahn, C., Byrkjedal, I., Moku, M. & Miya, M. (2016): Preservation Obscures Pelagic Deep-Sea Fish Diversity: Doubling the Number of Sole-Bearing Opisthoproctids and Resurrection of the Genus *Monacoa* (Opisthoproctidae, Argentiniformes). *PLoS ONE*, 11 (8): e0159762.
- <http://cabutti.com>
- Usos de la Ciencia en el Arte Contemporáneo, Suárez Guerrin, Berenice Gustavino, Noel Correbo y Natalia Matewecki, Editorial Papers, Argentina 2010.

Abstract: A naturalist, a physicist, a designer and an artist dialogue, contributing their experiences and skills on a transversal theme such as light, the forms through which living beings perceive it and the colors that derive from it. A luminous ray that reaches the Earth finds itself immersed in a new dimension: it is launched from the tops of the mountains into the deep sea, “coloring” the lives of men. Light links many aspects of our daily life. Just as the light that we can capture with our eyes is made up of 7 colors, the contribution of

each one of us will bring a small pixel to build a single image. From a far they will see the whole, closely the weft and warp that each one of us will have woven.

Keywords: Shape - Light - Color - Project - Lamp - Eye - Radiation - Vision - Animals

Resumo: Um naturalista, um físico, um designer e um artista dialogam, contribuindo com suas experiências e habilidades em um tema transversal como a luz, as formas pelas quais os seres vivos a percebem e as cores que dela derivam. Um raio luminoso que atinge a Terra encontra-se imerso em uma nova dimensão: é lançado do alto das montanhas para as profundezas do mar, “colorindo” a vida dos homens. A luz liga muitos aspectos de nossa vida diária. Assim como a luz que podemos captar com os olhos é composta por 7 cores, a contribuição de cada um de nós trará um pequeno pixel para construir uma única imagem. De longe verão o todo, de perto a trama e a urdidura que cada um de nós terá feito.

Palavras chave: Forma - Luz - Cor - Projeto - Lâmpada - Olho - Radiação - Visão - Animais
