

Los tiburones son daltónicos



El Tiburón sarda (*Carcharhinus leucas*) es un tiburón peligroso para el hombre que se ha comprobado que es daltónico (izquierda).

El Tapicero manchado (*Orectolobus maculatus*), otro tiburón agresivo también daltónico (derecha).



A PESAR DE QUE POSEEN UNA EXCELENTE VISIÓN, LOS TIBURONES, CONSIDERADOS LOS MAYORES DEPREDADORES DEL OCEANO, NO DISTINGUEN LOS COLORES. UN EQUIPO DE INVESTIGADORES AUSTRALIANOS HA DESCUBIERTO QUE LOS OJOS DE ALGUNAS ESPECIES DE TIBURÓN SÓLO TIENEN UN TIPO DE CÉLULAS SENSIBLES AL COLOR, DENOMINADAS CONOS, POR LO QUE SERÍAN DALTÓNICOS MONOCROMÁTICOS. ESTE HALLAZGO PODRÍA SER ÚTIL PARA DESARROLLAR EN EL FUTURO TABLAS DE SURF Y ROPA MENOS ATRACTIVAS PARA LOS TIBURONES, QUE PODRÍAN AYUDAR A EVITAR ALGUNOS ATAQUES A HUMANOS, ASÍ COMO PARA DISEÑAR ARTES DE PESCA QUE EVITEN CAPTURAR A ESTOS ANIMALES POR ERROR.

Los tiburones han nadado con éxito en los océanos durante los últimos 400 millones de años, gracias en parte a una impresionante combinación de sistemas sensoriales que incluyen unos ojos bien desarrollados y una gran área del cerebro dedicada a la visión. Sin embargo, durante las últimas décadas diversos resultados contradictorios han desencadenado un debate científico sobre si los tiburones pueden percibir los colores.

En una investigación publicada recientemente en la revista alemana *Naturwissenschaften*, científicos de la Universidad de Australia Occidental y de la Universidad de Queensland utilizaron una técnica denominada micro-espectrofotometría para analizar las células de la retina de 17 especies de tiburón capturadas en las costas de Australia. Esta técnica había demostrado anteriormente que las rayas y las quimeras, parientes cercanas de los tiburones, tienen visión del color.

LA VISIÓN DEL COLOR. Las retinas de los vertebrados poseen dos tipos principales de células sensibles a la luz o fotorreceptores que hacen posible una visión más o menos eficaz. Las células bastones ayudan a percibir brillo y contraste, mientras que varios tipos de células conos permiten distinguir los colores.

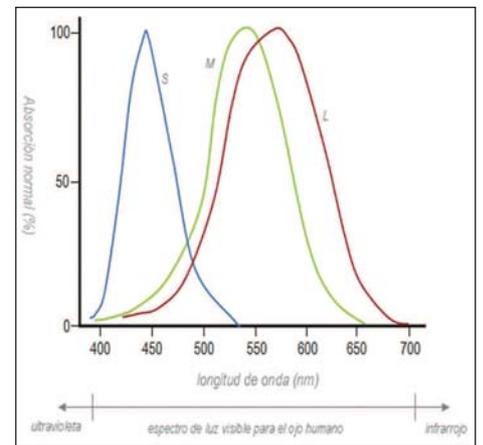
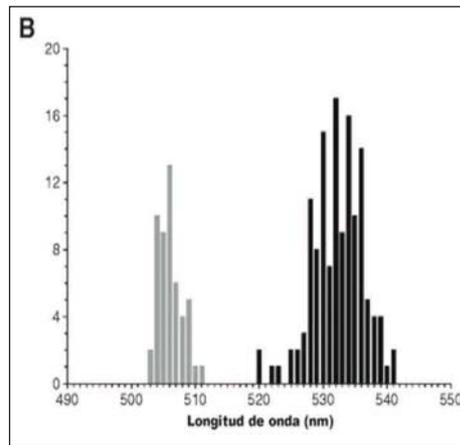
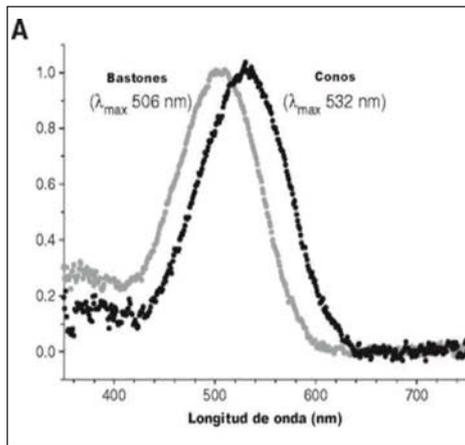
Los bastones se activan en la oscuridad y sólo permiten distinguir el negro, el blanco y los distintos tonos de grises. Se puede decir que los bastones permiten percibir el contraste. Los conos, en cambio, funcionan en ambientes bien iluminados y hacen posible la visión de los colores. En general, existen tres tipos de conos: uno especialmente sensible a la luz roja, otro a la luz verde y un tercero a la luz azul. La combinación de estos tres colores, rojo, verde y azul, es suficiente para que los humanos podamos distinguir unos 20 millones de colores distintos.

El daltonismo monocromático o monocromatismo consiste en la imposibilidad de distinguir los colores por la ausencia de dos tipos de conos, de forma que la visión del color queda reducida a una sola dimensión.

SISTEMAS SENSORIALES Y DETECCIÓN DE PRESAS. Los sistemas sensoriales de los peces cartilaginosos en general y de los tiburones en particular son refinados y muy especializados. Los tiburones están perfectamente adaptados a su actividad depredadora. Para ello detectan y siguen a sus presas utilizando sistemas sensoriales altamente sensibles en una secuencia ordenada. En primer lugar, los tiburones usan su sensibilidad térmica y eléctrica para localizar límites entre masas de agua de diferentes temperaturas, donde se pueden encontrar las mayores concentraciones de presas, así como para detectar presas ocultas y nadar en mar abierto. Los tiburones pueden localizar inicialmente a sus presas a muchos kilómetros de distancia gracias a su olfato (quimiorrepción), que es capaz de detectar sustancias químicas a diluciones tan bajas como una parte por billón. Las presas también pueden ser localizadas desde largas distancias a través de la mecanorrepción, percibiendo vibraciones de baja frecuencia mediante los órganos del sistema de la línea lateral, compuesto por órganos receptores llamados neuromastos, que se encuentran en tubos interconectados y poros que se extienden a lo largo de los lados del cuerpo y en la cabeza.

A una distancia más próxima, la visión es el método primario de detección de presas. Al contrario de lo que a veces popularmente se piensa, la mayoría de los tiburones tiene una excelente visión, incluso en aguas turbias. En el momento final del ataque, los tiburones se guían por los campos bioeléctricos que emanan de sus presas, gracias a los electrorreceptores que se encuentran en las ampollas de Lorenzini, situadas en la parte anterior de su cabeza. A través de los campos eléctricos los tiburones pueden incluso encontrar presas enterradas en la arena.

Los ojos de los tiburones son similares en su constitución a los de otros vertebrados, incluidas las lentes, córneas y retinas, aunque su vista está particularmente adaptada a la oscuridad del mar por medio de un tejido denominado *tapetum lucidum*. Este tejido



se sitúa detrás de la retina y refleja la luz de modo que aumenta la visibilidad en aguas oscuras. Además, los tiburones pueden contraer y dilatar sus pupilas, como los humanos, algo que ningún pez teleosteo puede hacer.

EL DALTONISMO DE LOS TIBURONES. Desde hace tiempo se suponía que los tiburones poseían algún tipo de visión del color y, de hecho, se ha podido comprobar que tienen preferencia por ciertos colores. En pruebas de la Marina de Estados Unidos se descubrió que algunas especies de tiburón son atraídas por el amarillo más que por otros colores, lo que fue motivo de preocupación cuando se quiso dotar a los marineros de chalecos salvavidas amarillos que fueran más visibles en situaciones de rescate.

En el estudio ahora hecho público, las células bastones fueron los tipos más comunes de fotorreceptor encontrados en las 17 especies de tiburón analizadas, lo que significa que los tiburones pueden ver en una amplia variedad de niveles lumínicos. En 10 de las 17 especies de tiburón no se encontraron células conos; mientras que sí estaban presentes en las otras siete especies, pero todos eran de un solo tipo, sensible a las longitudes de onda de alrededor de 530 nanómetros, que corresponden al color verde. Esta composición de células fotorreceptoras de la retina permitiría a los tiburones diferenciar los tonos de gris, pero, muy probablemente, no entre los colores. En todo caso, todavía no se puede asegurar que las 400 especies conocidas de tiburón sean daltónicas.

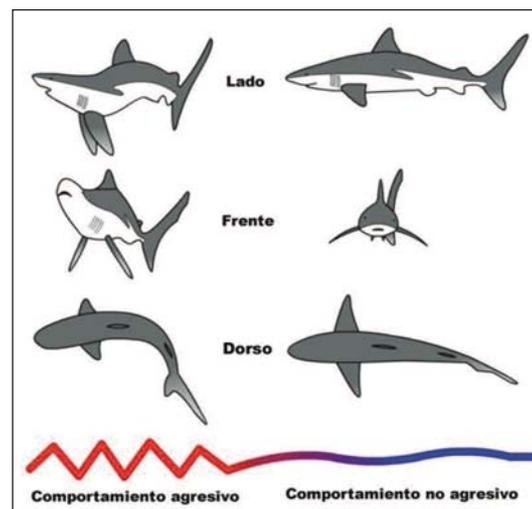
La visión monocromática es muy rara entre las especies terrestres, porque la visión del color es una herramienta muy útil para la supervivencia en el medio aéreo. Sin embargo, es menos importante en el medio marino, donde los colores son filtrados en las profundidades y la supervivencia depende más de distinguir los contrastes, para determinar si una forma en la penumbra es una presa o un depredador.

Mientras que algunas especies marinas, como muchos peces teleosteos, ven los colores, hay grandes grupos que, aparentemente, no son capaces de distinguirlos. Los resultados ahora conocidos sugieren que los tiburones pueden ser daltónicos monocromáticos, lo que puede constituir una estrategia relativamente común en el medio marino, ya que muchos mamíferos acuáticos (ballenas, delfines y focas) también poseen un solo tipo de células conos capaces de distinguir el color verde. El hecho de que tanto los tiburones como los mamíferos marinos puedan haber llegado al mismo diseño visual sería una prueba de evolución convergente o paralelismo.

Gráficas de absorción normalizada (A) y de frecuencia (B) de las longitudes de onda observadas en células bastones y conos de tiburones. Las longitudes de onda de los conos corresponden a la gama del verde.

Gráfica de la sensibilidad a las longitudes de onda que presentan los tres tipos de células conos del ojo humano (derecha).

Perfiles de tiburón según su comportamiento agresivo o no agresivo.



EVITAR ATAQUES Y PROTEGER A LOS TIBURONES EN PELIGRO.

Este estudio demuestra que el contraste con el fondo, más que el color en sí, puede ser más importante para la detección visual de objetos por los tiburones. Ahora que se conoce mejor la forma en que los tiburones ven su entorno se podrían diseñar trajes de baño y embarcaciones que tuvieran un menor contraste visual para los tiburones y, por tanto, fueran menos atractivos para ellos. Después de todo, se cree que la mayoría de los ataques al hombre son el resultado de la curiosidad por parte de un tiburón que ha sido atraído a un estímulo inusual y para él desconocido.

Es aún pronto para determinar qué tipo de ropa podría minimizar las posibilidades de un ataque, ya que dependerá del número de especies de tiburón que tengan estas características. Sin embargo, ahora que se empieza a saber a qué partes del espectro visible son más sensibles los tiburones, se pueden iniciar pruebas para determinar qué objetos tienen un contraste alto o bajo, y usarlos en tests de comportamiento para comprobar si los tiburones se sienten atraídos más por unos o por otros.

En realidad, un objeto que flota en la superficie del mar se ve desde dentro del agua como una silueta oscura, con independencia de su color. Es posible que también haya formas de contrarrestar esto. Por ejemplo, las tablas de surf podrían incluir un dispositivo emisor de luz que permitiera reducir su silueta contra la luz del sol.

Si el descubrimiento resulta extensible a más especies, podría utilizarse para reducir el número de tiburones de especies en peligro que actualmente son capturados accidentalmente en gran número por la industria pesquera.

Se podrían diseñar señuelos para la pesca con palangre que fueran menos atractivos para los tiburones y que siguieran siendo eficaces para las especies de peces objetivo. ■

INFORMACIÓN EN LA RED

El artículo original en inglés se puede consultar en la página web de la revista en www.springerlink.com/content/0542735713uw8q35/fulltext.pdf. Tiburonpedia es una enciclopedia en español sobre tiburones disponible en la dirección tiburonpedia.atspace.com