

# *LOS MARES DE MÉXICO Y DEL MUNDO*



*GOLFO DE  
CALIFORNIA*

*GOLFO DE  
MÉXICO*

*MAR CARIBE*

*Océano  
PACÍFICO*

*Océano  
ATLÁNTICO*

**GERARDO CEBALLOS**

RURIK LIST • LOURDES MARTÍNEZ • DONALD A. CROLL

RODRIGO SIERRA • EDUARDO PONCE





Gran Barrera de Coral. Gary Yim / Shutterstock

## Protección y conservación del medio ambiente

**F**undación Carlos Slim y TELMEX apoyan una amplia estrategia de conservación de la biodiversidad y el desarrollo sustentable de México. Para ello, han establecido alianzas estratégicas con la World Wildlife Fund (wwf), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), el Centro Mario Molina, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), entre otras igualmente relevantes.

Destaca en este programa el trabajo que se realiza con la wwf en 6 regiones del país (Golfo de California, Desierto Chihuahuense, Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, Oaxaca, Chiapas y Sistema Arrecifal Mesoamericano), en las que se agrupan 18 áreas prioritarias.

Asimismo, Fundación Carlos Slim y TELMEX se sumaron desde el año 2005 al esfuerzo para apoyar la estrategia nacional de conservación del jaguar y reducir el impacto de las actividades que lo amenazan, a partir de políticas compatibles con el desarrollo sustentable de cada región. A la fecha han realizado ocho simposios nacionales y uno internacional en los que se ha analizado la problemática del jaguar y se han propuesto soluciones y acciones para su conservación.

Por otra parte, han publicado nueve libros que difunden temas sobre la diversidad biológica de México, América y el mundo, su riqueza natural, importancia, las amenazas que enfrenta y las posibilidades para su conservación a largo plazo.

- Tomo I.** Tierra mexicana: selvas, desiertos y mares (2007)
- Tomo II.** Naturaleza mexicana: legado de conservación (2008)
- Tomo III.** Fauna mexicana: esplendor de la naturaleza (2009)
- Tomo IV.** Los felinos de América: cazadores sorprendentes (2010)
- Tomo V.** Animales amenazados de América: el reto de su sobrevivencia (2011)
- Tomo VI.** Animales de América: migraciones y grandes concentraciones (2012)
- Tomo VII.** Mamíferos del Mundo: regiones biogeográficas (2013)
- Tomo VIII.** Áreas naturales de México: legado de conservación (2014)
- Tomo IX.** Los mares de México y del Mundo (2015)

**Fundación Carlos Slim y TELMEX** ratifican su compromiso con el entorno natural y el medio ambiente.

# *LOS MARES DE MÉXICO Y DEL MUNDO*



*Una de las cosas de las que no podremos escapar,  
jamás, a lo largo de nuestra vida,  
es el recuerdo de la magia del agua y su vida,  
del hogar que una vez fue nuestro.*

*Esto nunca nos dejará.*

*WILLIAM BEEBE*









*LOS MARES DE MÉXICO  
Y DEL MUNDO*

**GERARDO CEBALLOS**

RURIK LIST · LOURDES MARTÍNEZ · DONALD A. CROLL

RODRIGO SIERRA · EDUARDO PONCE







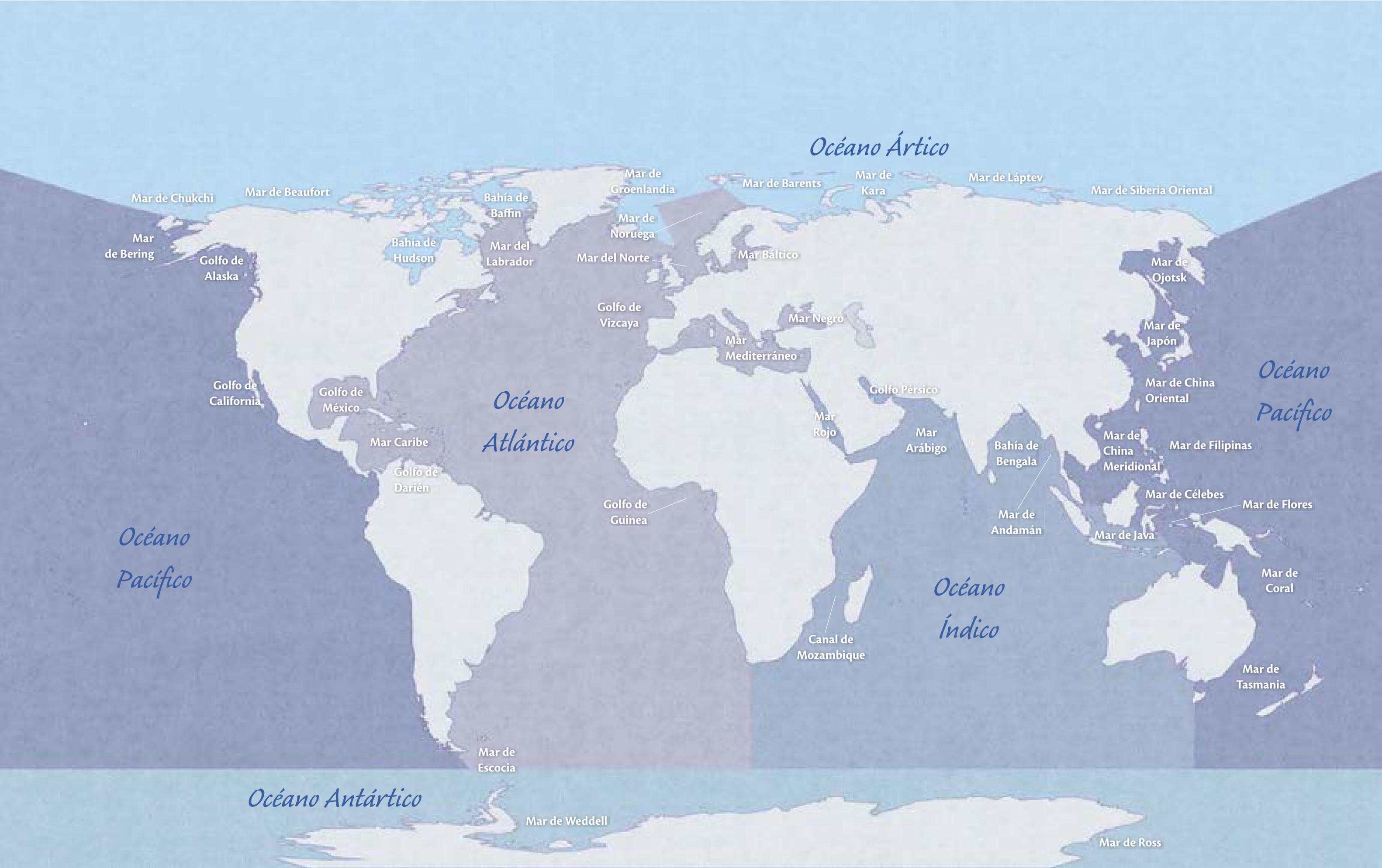




(RK/SP)

## CONTENIDO

Presentación	Prólogo	La Secretaría de Marina y el medio ambiente	El planeta azul		Los mares a través del tiempo			Conservación de los mares	Epílogo	Nombres comunes y científicos	Bibliografía selecta			
27	29	34	41	54	70	125	138	166	233	244	260	296	301	301
				El Ártico	El Atlántico		El Índico	El Pacífico		El Antártico	Mares de México			



*Océano Ártico*

*Océano Pacífico*

*Océano Atlántico*

*Océano Índico*

*Océano Pacífico*

*Océano Antártico*

Mar de Chukchi  
Mar de Beaufort  
Mar de Bering

Mar de Beaufort

Golfo de Alaska

Golfo de California

Golfo de México

Mar Caribe  
Golfo de Darién

Bahía de Baffin  
Bahía de Hudson  
Mar del Labrador

Mar del Norte  
Golfo de Vizcaya

Golfo de Guinea

Mar de Escocia

Mar de Weddell

Mar de Groenlandia  
Mar de Noruega

Mar de Barents

Mar de Kara

Mar de Láptev

Mar de Siberia Oriental

Mar Báltico

Mar Negro

Mar Mediterráneo

Mar Rojo

Mar Arábigo

Bahía de Bengala  
Mar de Andamán

Mar de Java

Canal de Mozambique

Golfo Pérsico

Bahía de Bengala

Mar de China Meridional

Mar de Filipinas

Mar de Célebes

Mar de Flores

Mar de Coral

Mar de Tasmania

Mar de Ross

Mar de Ojotsk

Mar de Japón

Mar de China Oriental



## PRESENTACIÓN

La vida en la Tierra ha estado ligada al mar desde los inicios de los tiempos. Hoy, el mar está inexorablemente ligado a nuestro bienestar ya sea por su efecto en los ciclos de nutrientes y el clima del planeta, o por su importancia en el transporte de mercancías, las pesquerías y el turismo. El mar ha sido fuente de inspiración para la humanidad y lo seguirá siendo; tenemos, sin embargo, que entender que el mar necesita, hoy más que nunca, de nuestra protección.

El mar era representado como un enorme vacío en los mapas hace apenas dos siglos, ya que era literalmente *Terra Incognita*. La conquista del mar, sin embargo, empezó a una escala planetaria hace más de dos mil años, cuando los antiguos polinesios en frágiles barcas colonizaron las islas del Pacífico, algunas situadas a miles de kilómetros de distancia de Asia. Después, los grandes exploradores como Colón, Vasco de Gama, Magallanes y Bering encontraron las rutas que habrían de permitir la navegación en todo el planeta. Los últimos confines del mar y tierras aledañas fueron conquistados a principios del siglo xx, cuando Frederick Cook llegó al Polo Norte en 1908 y Roald Amudsen al Polo Sur en 1911. Hoy, las vastas profundidades abisales del mar son los últimos rincones del planeta aún desconocidos —la última frontera.

La importancia, grandeza, belleza y situación actual del mar son el tema de este libro. El mar enfrenta problemas serios que requieren de su difusión y atención, como la sobreexplotación de las pesquerías, la pérdida de especies, la contaminación y el cambio climático. El libro tiene como objetivo difundir la belleza e importancia del mar, y la imperativa necesidad de su conservación. Es el noveno libro de un sólido programa editorial de Telmex, que empezó hace ya casi una década. Un programa que se ha consolidado como el más importante en México en materia de difusión de la naturaleza y la diversidad

biológica del territorio nacional. Esto se suma a las actividades que la Fundación Carlos Slim ha desarrollado para el cuidado del medio ambiente, la conservación de la biodiversidad y el desarrollo sustentable de México, para lo cual estableció una alianza estratégica con el Fondo Mundial para la Naturaleza (wwf) —México en 2008. Uno de los programas más importantes de esta Alianza —que abarca seis regiones prioritarias de México— se enfoca en el conocimiento y conservación del Mar de Cortés. En esta importante región de México, la Alianza, en estrecha coordinación con el gobierno federal, apoya un gran número de organizaciones de la sociedad civil y de comunidades locales promoviendo prácticas sustentables e innovación tecnológica para ofrecer soluciones a los desafíos de la pesca, el fortalecimiento de las áreas marinas protegidas, la conservación de especies en peligro de extinción como la vaquita, las tortugas marinas y los tiburones, y la adaptación al cambio climático. Destaca también la importante colaboración con la Secretaría de Marina —Armada de México y con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, instituciones que son pilares para el cuidado de los mares y sus recursos naturales en México, y cuyas acciones coadyuvan en proteger nuestra rica diversidad marina e inhiben actos que afecten la seguridad nacional.

Con estas acciones contribuimos al desarrollo de los individuos, de sus familias y sus comunidades en materia de educación, salud, desarrollo humano y cultura, y que ratifican nuestro compromiso con la construcción de un mejor futuro para todos los mexicanos.

HÉCTOR SLIM SEADE  
Director General  
Teléfonos de México



## PRÓLOGO

*E*l libro *Mares de México y del Mundo* es más especial de lo que parece porque los seres humanos somos criaturas marinas. El mar siempre ha jugado un papel importante en lo que significa ser humano. Desde el inicio de los tiempos nuestros ancestros se desplazaban y vivían a lo largo de ríos y costas, así como en el mar abierto. Hace cien mil años algunos de los primeros pueblos ya pescaban y capturaban mariscos. Navegando, llegaron a Australia hace al menos 40 000 años. Los polinesios viajaron a través del vasto Pacífico sin contar con metales ni brújulas. Hoy en día, casi la mitad de la población humana vive a menos de 160 kilómetros de las costas. Seguimos siendo en gran medida una especie que mira hacia el océano.

Sin embargo, hay un problema: somos demasiados y esperamos que el mar nos alimente y al mismo tiempo reciba nuestra basura. Los peces del mar no pueden alimentarnos ya en mayor medida de lo que pueden los animales terrestres. En muchos lugares la tierra ha sido transformada y los animales han desaparecido. ¿Qué pasará en el mar?

Gran parte del océano es aún un lugar sin ley, sin jurisdicción de país alguno, sin reglas, y sin embargo profundamente modificado por la pesca ilegal, el agotamiento de los peces, la contaminación por fertilizantes, drenajes, mercurio (por la combustión del carbón) y metales tóxicos, los plásticos y otras cosas. Echamos al mar lo que no le pertenece y sustraemos del mar lo que sí le corresponde. Ésta no es una relación sana, ni para los trillones de seres vivientes del

mar, ni para nosotros, y ciertamente tampoco para las generaciones humanas del futuro. Nos gusta pensar en nosotros como el regalo de Dios al mundo, pero para casi todos los seres vivos no somos más que problemas. Nuestra especie es la única que crea problemas para la vida en la Tierra (sin mencionar los problemas que creamos entre nosotros). Sin embargo, parecemos incapaces o no tenemos la voluntad de solucionar los problemas que hemos originado.

Durante millones de años la mayor parte del océano estuvo fuera de nuestro alcance, pero a inicios del siglo xx los motores de combustión interna permitieron a los barcos jalar redes más grandes de las que se habían visto jamás en el mundo. Después de la Segunda Guerra Mundial, el radar, el sonar y el loran (ahora reemplazado por el GPS) que habían sido desarrollados para combatir a los enemigos en el mar empezaron rápidamente a utilizarse para lo que básicamente se convirtió en una guerra contra los peces. El radar permitió a los barcos pescar en la niebla; el sonar permitió a los capitanes ver los cardúmenes a cientos de metros bajo la superficie y el loran permitió a los barcos encontrar cualquier formación rocosa o cañón profundo en el que se reunieran los peces. Antes de esto los peces tenían dos grandes sitios seguros: uno era llamado por los pescadores “demasiado lejos” y el otro “demasiado profundo”. Pero para fines del siglo xx, los peces no pudieron esconderse más. Dondequiera que nadaran o se escondieran, era posible encontrarlos y capturarlos. A los manejadores de las pesquerías se les enseñó en la escuela que su profesión era ayudar a capturar más peces; nunca se les enseñaron las palabras “suficiente” o “demasiados”. Entretanto, todo esto ocasionó que hubiera menos y menos peces tanto en el mar como en las redes.

En la década de 1950 los países de América Latina empezaron a alarmarse ante la creciente presencia de barcos pesqueros de otros países en sus costas, por lo que comenzaron a extender sus mares territoriales y declararon hasta 200 millas náuticas a partir de la costa como sus zonas económicas exclusivas. A principios de los años 1990 se comenzaron a cerrar el Gran Banco de Terranova en Canadá y el Gran Banco de Georges de Estados Unidos de América —que por 500 años habían sido las mayores zonas de pesca del mundo— lo que demostró que el océano podía verse agotado por la sobrepesca. Para entonces mucha gente se dio cuenta de que la flota de su propio país podía ser capaz de destruir las pesquerías y las comunidades pesqueras. La solución era reducir la presión sobre las pesquerías, pero tal propuesta no consiguió una aceptación generalizada. Después de que los países del norte agotaron sus pesquerías, las flotas pesqueras europeas y rusas de alta mar voltearon al sur, a las zonas pesqueras de países demasiado desesperados por efectivo como para decir que no y demasiado pobres para hacer cumplir las restricciones, especialmente en África.

En los últimos 30 años hemos reconocido de forma creciente los problemas de la sobrepesca, la captura incidental de vida marina, el incremento de la pesca ilegal, la necesidad de gobernar las aguas comunes de los océanos, la necesidad de proteger a las ballenas, delfines, tiburones y tortugas marinas, de controlar la contaminación y los plásticos, el calentamiento y la acidificación. Pero a pesar de que reconocemos estos problemas, no los hemos solucionado.

Sin embargo algunas cosas están mejorando. En 1988 los Estados Unidos de América pronunciaron una ley prohibiendo a los manejadores de pesquerías una captura de peces superior a la recomendada por los científicos y les exigieron planes que permitieran la recuperación de las poblaciones en alrededor de una década. Como resultado, algunas poblaciones de peces que se habían agotado han mostrado una recuperación sustancial. Las capturas de las amenazadas tortugas se ha visto reducida significativamente en varios lugares al poner dispositivos excluidores de tortugas en las redes de arrastre y protegiendo sus playas de anidamiento. En México y muchos otros lugares las poblaciones de tortugas están en aumento, especialmente en el Atlántico. Los albatros y otras aves marinas pueden ser mantenidos fuera de las líneas de pesca y de las redes que jalar los barcos al usar serpentinas y otras técnicas simples para asustarlas. La pesquería de atunes del Pacífico oriental ha mejorado los procedimientos de liberación de delfines, lo que ha reducido notablemente el número de delfines ahogados. La Organización de las Naciones Unidas tiene un tratado de pesquerías de alta mar y un Código de Conducta para la Pesca Responsable que también reconoce como un problema la reducción pronunciada de las poblaciones de tiburones y aves marinas. La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, conocida como CITES, se ha involucrado en asuntos de pesquerías como el tráfico de caballitos de mar, de aletas de tiburón y del esturión que se utiliza para la producción de caviar.

En un mundo en el que la población humana sigue en constante aumento, mantener y recuperar la vida en los océanos será un reto. Muchos consideran que la respuesta está en la producción de peces en granjas. Las granjas piscícolas han crecido tan rápido que más de la mitad de los productos marinos consumidos por la población humana proviene de granjas. Sin embargo, con mucha frecuencia estas granjas se establecen mediante la destrucción de los hábitats naturales que mantienen tanto poblaciones de peces silvestres como comunidades humanas. Los peces y camarones de granja son alimentados con peces capturados en el océano, peces que podrían alimentar a la gente de forma más eficiente y barata si los consumiéramos directamente. Es necesario desarrollar métodos de producción menos dañinos que los utilizados en la actualidad.



Debido a que muchas naciones no pueden pagar por el patrullaje de sus aguas territoriales y aplicar las leyes relativas a la protección de los recursos pesqueros, crear áreas vedadas a la pesca —reservas marinas— puede ser la forma más simple de asegurar un futuro para los seres que viven en el mar. Naciones desarrolladas y ricas como Nueva Zelanda y tan pobres como Madagascar ya han establecido este tipo de reservas. Uno de los mejores ejemplos en el mundo es Cabo Pulmo en Baja California, México, donde en pocos años las poblaciones de peces se recuperaron de forma impresionante. Este lugar se ha convertido en un atractivo para turistas que pagan por visitarlo y los peces que nadan fuera de la reserva contribuyen a desarrollar una pesca cada vez más sostenible. Otro ejemplo de clase mundial en México es Punta Abreojos, donde la comunidad de pescadores estableció temporadas y tamaños más restrictivos que los indicados en la ley, e instaló un exitoso criadero de abulón en el que abulones jóvenes son colocados en el fondo del mar. He sido testigo de los éxitos conseguidos en Cabo Pulmo y Punta Abreojos. Lo que tienen en común es el deseo de un mejor futuro y la voluntad de limitar hoy para alcanzar la promesa del mañana, una promesa que incluye a sus hijos y a sus nietos.

No todos los problemas serán resueltos con zonas libres de pesca. En un planeta finito no podemos continuar agregando gente de forma indefinida. El calentamiento, la acidificación de los océanos, el mercurio generado por la quema de combustibles fósiles, el incremento en el uso de los plásticos y la contaminación por otras fuentes requieren encontrar la forma de cooperar globalmente para solucionar estos problemas, creando nuevos compuestos plásticos biodegradables y una forma completamente nueva de energía limpia para el futuro.

Aún hay tiempo y siempre hay esperanza. En *Mares de México y del Mundo*, el científico y conservacionista de clase mundial Gerardo Ceballos ha reunido el equipo, las fotografías y la historia de por qué debemos asegurar la sobrevivencia y la salud de los océanos. Les conmino a tomar este mensaje profundamente. La sobrevivencia del océano representa también nuestra propia sobrevivencia. El océano puede existir sin nosotros, y durante la mayor parte de la historia de la Tierra así fue y lo hizo bastante bien. Pero nosotros nunca podríamos existir sin el océano. Como lo muestran el Dr. Ceballos y sus colegas, el mar hace posible toda la vida sobre la Tierra, incluyendo la de ustedes y la mía.

CARL SAFINA

*Profesor de Naturaleza y Humanidades en la Universidad Stony Brook,  
Nueva York, y fundador del Centro Safina*

# LA SECRETARÍA DE MARINA Y EL MEDIO AMBIENTE



## Ámbito nacional

México ocupa el décimo segundo lugar a nivel mundial en términos de la extensión de su litoral y su superficie marina —aproximadamente 11 122 km de litoral y una zona económica exclusiva de 3 149 920 km<sup>2</sup>—, características que le confieren elevados niveles de riqueza de especies y diversidad ecológica. La interacción entre aguas tropicales y templadas, la confluencia de zonas biogeográficas y la fisiografía del litoral del país se traducen en una alta heterogeneidad de ambientes costeros y marinos que albergan un componente esencial de la megadiversidad de México. En particular, los altos índices de endemismos de especies marinas, comparables con los continentales, hacen de nuestra Nación un punto de partida para la conformación de programas encaminados a la preservación de cada especie y su entorno natural.

En el caso de los ecosistemas marinos, el Golfo de California y los arrecifes coralinos de Yucatán y Quintana Roo sobresalen en su contribución a la gran diversidad biológica de México. El Golfo de California es una de las zonas más diversas en ballenas y alberga a 35 por ciento de los mamíferos marinos del mundo, es decir, 28 especies. También se tiene documentado que de las 439 especies de mamíferos que existen en el mundo, 139 habitan en aguas mexicanas, es decir, 32 por ciento.

A escala global, las principales amenazas que afectan a la biodiversidad marina y costera —además de comprometer la capacidad de las costas y océanos para proveer servicios y bienes ambientales— son la contaminación, la sobrepesca, la pesca ilegal, no regulada y no reportada, las prácticas de pesca destructivas, la degradación o destrucción de hábitats por cambio de uso del suelo, el cambio climático y la acidificación de los océanos.



ARRIBA La Armada de México cuenta con unidades aéreas dotadas de la más alta tecnología en aviónica y sistemas de navegación que le permiten realizar con mayor eficacia cada operación a favor de los intereses nacionales.

CENTRO Al ser la inspección y vigilancia de las zonas marítimas una prioridad para la Secretaría de Marina-Armada de México, nuevas embarcaciones Defender FC-33 han sido distribuidas en las Estaciones Navales de Búsqueda, Rescate y Vigilancia Marítima para atender cualquier tipo de emergencia o evitar actos que afecten el equilibrio ecológico del mar.

ABAJO Operaciones de patrulla y vigilancia en el mar territorial y en la zona económica exclusiva permiten a la Armada de México disuadir la realización de actos ilícitos en la mar.



ARRIBA El empleo operativo de unidades aéreas y patrullas interceptoras contribuye a combatir, entre otros ilícitos, la pesca ilegal, así como a proteger el entorno marítimo del país.

ABAJO El desarrollo de un esquema denominado "trinomio operativo" conformado por un buque, una embarcación interceptora embarcada y un helicóptero permite proporcionar una respuesta versátil, ágil y expedita.



En este sentido, la Secretaría de Marina-Armada de México, además de las acciones de vigilancia, defensa del territorio nacional y de salvaguarda de la vida humana en la mar, ha implementado medidas para mantener la diversidad biológica, la productividad de los ecosistemas marinos y los hábitats sujetos a su jurisdicción nacional.

Estas medidas incluyen la realización de estudios sobre la diversidad biológica marina y costera; la elaboración de inventarios de especies, estén o no en alguna categoría de riesgo, y de sus respectivos hábitats; el establecimiento de zonas protegidas; así como el apoyo a la investigación científica y a la difusión de sus resultados. De igual forma se encarga de la aplicación de las leyes ambientales en materia de protección al medio marino de forma efectiva, eficiente, expedita y transparente, en coordinación con autoridades involucradas, y promueve el desarrollo sustentable de proyectos socioeconómicos en las zonas costeras nacionales. Además, participa, entre otras actividades, en el Programa Nacional para el Manejo y Uso Sustentable del Manglar, en el Programa de Conservación y Protección de Tortugas Marinas y en el monitoreo para la detección e identificación de florecimientos algales nocivos.

A nivel interinstitucional, la Secretaría ha firmado diversos convenios de colaboración para vigilar, conservar, proteger y restaurar los ecosistemas y recursos naturales de zonas marinas tales como el archipiélago de Revillagigedo, arrecife Alacranes, Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, polígono de protección de la vaquita marina, las islas del Golfo de California, Guadalupe y Marietas, además de las principales playas de anidación de tortugas marinas. En particular se busca aumentar la protección de especies prioritarias como el pepino de mar, la vaquita marina, la totoaba, las tortugas marinas, las ballenas gris y jorobada, el tiburón blanco, los corales y los caballitos de mar. En este sentido, el 1 de marzo de 2015 se activó en el golfo de Baja California el convenio por el cual se amplía el polígono de protección, se restringe la actividad pesquera, se refuerza la inspección y la vigilancia y se fomenta el uso de nuevas formas de pesca con el propósito de preservar la vaquita marina y la totoaba.

Asimismo, la Armada de México recibió 17 embarcaciones *Defender FC-33* para ser emplazadas en las Estaciones Navales de Búsqueda, Rescate y Vigilancia Marítima e incrementar la presencia naval y el empleo de nuevas tecnologías en aquellas zonas marinas que, por su posición geográfica y la gran cantidad de recursos naturales que contienen, son susceptibles de ser empleadas para actividades ilícitas o explotadas por encima de la ley. De manera paralela, esta institución naval creará nuevas Estaciones Navales de Búsqueda, Rescate y Vigilancia Marítima en el Alto Golfo de California, específicamente en los puertos de Libertad, Sonora; Santa Rosalía y Loreto, en Baja California; Topolobampo, en Sinaloa; así como en San Felipe donde, además, se construirá un nuevo Sector Naval.

Con acciones como éstas y la permanente presencia naval en lugares estratégicos de nuestro país la Secretaría de Marina-Armada de México coadyuva en la preservación de las Reservas de la Biosfera e inhibe actos que afecten la Seguridad Nacional.



ARRIBA Buque Escuela Cuauhtémoc, digno representante de nuestra Patria, en cuyas cubiertas sus tripulaciones han sido, son y seguirán siendo el espíritu del propio navío.

CENTRO El curtido acero del casco se refresca en mares del Atlántico e Índico, océanos azules que la profundidad abismal identifica.

ABAJO Luciendo las galas de su blanco velamen y con todo el aparejo, este Emperador Azteca, cada año, inicia una travesía superando los desafíos que le imponen los océanos.

PÁGINA 39 Majestuoso y con la paz que brinda el mar en calma, el velero Cuauhtémoc navega incansablemente alrededor del mundo cumpliendo su misión en favor de nuestra Nación.

### *Ámbito internacional*

Siendo de interés mundial la conservación de la diversidad biológica marina y costera, México se ha sumado a la protección de los océanos, los mares y las zonas costeras, así como al uso racional de sus recursos vivos. Para el manejo integral y sustentable de los océanos y costas estableció la creación de la Comisión Intersecretarial para el Manejo Sustentable de los Mares y Costas (CIMARES), la formulación de la Política Nacional de Mares y Costas y la elaboración de estrategias nacionales para temas particulares, como en el caso de la estrategia nacional de atención a la biodiversidad marina y costera, así como para la protección de ecosistemas prioritarios, como los manglares.

El cumplimiento de la normatividad en materia de protección del ambiente marino es otro de los aspectos que se vigilan con atención; ejemplo de ello es el cumplimiento del Convenio Internacional para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias, su respectivo Protocolo y su Reglamento.

La Secretaría de Marina-Armada de México, como instancia defensora de los bienes de la Nación en el mar, es representada por el emblemático Caballero de los Mares, el Buque Escuela Velero *Cuauhtémoc*, que al navegar por los mares del mundo no sólo lleva el mensaje de paz del pueblo mexicano, sino también el del amor que los marinos de México sienten por el propio mar y el respeto que manifiestan hacia el entorno marino, pues se ajustan a las normas y reglamentos legales que les son requeridos. A bordo, los cadetes en instrucción, más allá de las artes de la navegación, aprenden que la distribución, composición y estructura de las comunidades marinas responden a variaciones estacionales de factores ambientales y que están determinadas por gran número de interacciones físicas y biológicas. Asimismo, observan que ocurre un intercambio dinámico de energía y materiales entre los ecosistemas terrestres, los marinos y la atmósfera asociado a fenómenos como cambios en el patrón de los vientos, la temperatura y la precipitación que influyen en la circulación y los parámetros del agua marina como salinidad, temperatura y densidad, los que a su vez delimitan la ubicación espacial de las especies.

Así, cadetes y tripulación, durante su travesía y motivados por el espíritu de cuerpo, conocen el arte de la navegación, llevan un mensaje de paz y respetan el entorno marítimo, ya que están conscientes de que la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de sus componentes preservan el mar que es su inspiración, su todo.





GERARDO CEBALLOS

## EL PLANETA AZUL

La compleja historia de nuestro planeta y de la humanidad está marcada por descubrimientos y eventos extraordinarios. Uno de ellos ocurrió el 7 de diciembre de 1972 cuando los astronautas del *Apollo 17*, la última misión con tripulantes a la Luna, tomaron desde el espacio la fotografía más famosa de la Tierra. En la imagen, captada a más de 45000 kilómetros de distancia, se observa nuestro planeta, solo, aislado, en medio de una total oscuridad. Se aprecian África y la Antártida bajo la luz del sol y otras regiones nubladas. La característica más sobresaliente de esa imagen es, sin embargo, que la Tierra se ve azul, por el color y la extensión de sus océanos. Desde entonces se le conoce como el Planeta Azul. Esa fotografía permitió concientizarnos por primera vez de la enorme soledad en la que nos encontramos en el vasto universo. Nos llevó a apreciar desde una perspectiva completamente nueva la fragilidad y lo finito de nuestro planeta. Permitted también entender la importancia de sus océanos, que cubren 75 por ciento de su superficie.

La vida se originó hace 3500 millones de años en el mar. En el mar está nuestro origen y el origen de todas las especies actuales así como de aquellas otras incontables que han pasado por la faz del planeta. Este hecho resulta sorprendente y lleno de incógnitas, muchas de las cuales tal vez nunca se resuelvan. En ese periodo la Tierra era, en cierta forma, parecida a otros planetas sin vida, pues la composición de la atmósfera era totalmente diferente de la actual. Con una bajísima concen-



tración de oxígeno y una alta concentración de otros gases —que envenenarían a la mayoría de las plantas, animales y microorganismos actuales— esa atmósfera cobijó a los primeros organismos que habitaron nuestro planeta.

La identificación de las especies que existieron antes de la presencia del hombre se basa en el registro fósil: restos petrificados de plantas o animales como huesos, conchas o escamas que han perdurado hasta nuestros días. Hasta 1987 todos los fósiles conocidos eran de organismos macroscópicos, es decir, que pueden apreciarse a simple vista. Ese año se hizo un descubrimiento sin precedente, parecido a un relato de ciencia ficción, que aportaría una visión hasta entonces impensable sobre el origen de la vida. En estromatolitos arcaicos se descubrieron fósiles de bacterias que vivieron hace 3 500 millones de años. Se trata de una edad sorprendente, especialmente si se considera que las rocas más antiguas del planeta tienen 3 800 millones de años.

El entendimiento del origen de la vida estuvo basado en elucubraciones con poco sustento científico hasta principios del siglo xx. En 1922 Alexander Oparin, bioquímico ruso, propuso una teoría plausible al respecto. En su libro *El Origen de la Vida* postuló que no hay diferencias fundamentales en la composición y estructura de los organismos vivos y la materia inerte. Escribió: “las complejas manifestaciones y propiedades de la vida deben haber surgido como parte del proceso de la evolución de la materia”. Fue un paso fundamental para entender cómo empezó esta odisea, única en el frío universo.

Lo que ocurrió durante los primeros miles de millones de años de la vida en la Tierra sigue siendo poco conocido. Es claro que los primeros organismos unicelulares evolucionaron a formas macroscópicas multicelulares más complejas. Después surgieron las primeras plantas visibles. Y hace sólo 700 millones de años, en un periodo llamado Cámbrico, se dio una explosión de diferentes animales marinos macroscópicos. Así, súbitamente (para la escala del tiempo geológico) los mares se poblaron de toda clase de animales, de formas y tamaños variadísimos. Millones de años después evolucionaron los peces y de allí los demás grupos de vertebrados, hasta que hace unos tres millones de años aparecieron nuestros ancestros.

## *Diversidad de la vida*

Desde niño he sentido una enorme fascinación por el mar. La primera vez que me acerqué a una playa quedé absorto ante el imponente sonido y la fuerza de las olas, las conchas en la arena clara y la inmensidad del curvado horizonte. Me sentí inmediatamente atraído por el mar, sus misterios, su magia. Y me sentí, también, atemorizado por su majestuosidad. En ese entonces no sabía que nuestro origen fue marino y que aún llevamos en la sangre la misma concentración de sales del mar, como recordatorio de ese origen. Tendrían que pasar muchos

*PÁGINA 40 La isla Pico se localiza en el archipiélago portugués de las Azores, en el Atlántico norte. Llamado localmente Ponta do Pico, se eleva a 3 351 metros, la mayor elevación para este conjunto de islas volcánicas. Los delfines moteados son comunes en el Atlántico y pueden llegar a medir hasta 2.3 metros. (JQ/SP)*

*El mar de Andamán se encuentra en el océano Índico, al sur del golfo de Bengala, y bordea las costas de Tailandia y Sumatra. Gracias a sus aguas cálidas mantiene importantes extensiones de arrecifes de coral, donde es posible observar al pez loro de garganta azul, el cual se alimenta de algas marinas. (RD/SP)*

años para realizar mi primera inmersión en ese *mundo silencioso*, como lo llamó Jacques-Yves Cousteau. Temprano, una mañana despejada, me sumergí en las tibias aguas de la costa de Quintana Roo, cumpliendo un sueño de niño. Esa experiencia abrió una dimensión de nuestro planeta hasta entonces desconocida para mí. Conocía el mar, pero sólo superficialmente. Sus entrañas, que esconden sus mayores tesoros, me eran desconocidas. Fue, y lo sigue siendo, mi entrada a un inmenso mundo, ajeno, lejano. En la superficie flotaban unas algas; fijándome con cuidado descubrí entre ellas unos diminutos peces aguja ¡que se confundían con ellas! Cardúmenes de lisas pasaban a mi lado nadando rápidamente. Abajo, a unos seis metros de profundidad, se encontraba el arrecife. Mi asombro y fascinación fueron totales. Adonde quiera que volteaba había algo desconocido: corales, esponjas, peces y cangrejos. Todo era diferente, como las texturas de corales y las formas diversas de los peces. Lo que me maravilló fue, sin duda alguna, la explosión de tonalidades amarillas, rojas, verdes, azules, anaranjadas de los organismos marinos. Al final del día había visto decenas, tal vez cientos, de especies nuevas para mí y un sitio de belleza espectacular. He vuelto a sentir esa fascinación al sumergirme en mares tan diferentes como los de Baja California, Borneo, Australia y Brasil.

Los mares y océanos mantienen la mayor diversidad biológica del planeta. Allí viven millones de especies pertenecientes a prácticamente todos los phyla o grupos animales, incluyendo a varios que están ausentes de las islas y continentes. En contraste, en tierra existe una mayor diversidad de plantas. Los arrecifes y mares de coral de Australia, Indonesia, Filipinas y las costas del Caribe mexicano son las regiones marinas más diversas. Son el equivalente marino de las selvas tropicales como las de la cuenca del Amazonas en Sudamérica. Los mares templados son, por otro lado, los que mantienen las mayores concentraciones de peces de valor económico, por lo que son fundamentales para las pesquerías.

La diversidad de formas de vida marinas abarca todo el rango de tamaños, desde organismos unicelulares hasta las ballenas azules, que con 190 toneladas son los animales más grandes que han existido jamás en el planeta. A la fecha se han descrito más de 16 mil especies de peces marinos y se estima que existen aún miles por ser descubiertas. Existen alrededor de 130 especies de mamíferos marinos como ballenas, delfines y focas, que habitan en las aguas de todos los mares. También hay un número no determinado, pero sin duda enorme, de otros tipos de especies como camarones y cangrejos. Cada año se descubre una plétora de nuevas especies marinas, algunas tan grandes como ballenas y delfines. Por ejemplo, en 2014 estudios genéticos revelaron que los rorcuales de Bryde del golfo de México son probablemente una especie nueva.

Hasta hace pocas décadas se pensaba que la vida en el mar estaba restringida a los primeros 300 metros bajo la superficie, con pocas criaturas poblando las regiones profundas donde la oscuridad es permanente. Esto ha cambiado, ya que los avances tecnológicos han permitido explorar con mayor precisión la diversidad biológica de los mares. Algunos descu-

brimientos recientes son verdaderamente asombrosos. Por ejemplo, en el año 2008 la desintegración de una enorme placa de hielo ancestral en el océano Antártico permitió descubrir en el fondo marino de esa región —que había estado cubierta por hielo y en total oscuridad por cientos de miles de años— a innumerables especies nuevas para la ciencia.

## *La complejidad del mar*

Todos los mares se ven en mayor o menor medida similares desde la superficie. Pero ésta es una percepción somera. Si uno mira con cuidado se percatará que son diferentes las olas, su color y muchas otras características. En realidad los mares varían en cuanto a su profundidad y cercanía a las costas, lo que provoca diferentes impactos de las corrientes marinas, la temperatura del aire y la temperatura del agua. La profundidad promedio del mar es ¡de 3 600 metros! En la escala planetaria los mares se clasifican en cinco enormes regiones llamadas océanos: Pacífico, Atlántico, Índico, Ártico y Antártico. Los océanos a su vez se dividen en mares, como el Mediterráneo o el Caribe. En relación con sus características como profundidad y distancia a las costas los mares se clasifican en mares profundos —como el de la Fosa de las Marianas—, mares abiertos —como los del golfo de México—, mares congelados —en el Ártico y el Antártico—, mares estacionales, mares de coral —como los de Indonesia— y mares de mareas —a lo largo de las costas.

La posición de los mares determina características como su temperatura y productividad, y por lo tanto su importancia relativa para las actividades del hombre como pesquerías y rutas de transporte. Los mares estacionales de las zonas templadas, como los de las costas de Perú, Baja California y California, son los más productivos del planeta. Allí se presentan corrientes marinas profundas que al encontrarse con la masa continental se desplazan hacia la superficie —de allí su nombre de *surgencias*— arrastrando enormes cantidades de nutrientes desde el fondo del mar. Los mares profundos, por otra parte, son regiones de poca productividad donde los organismos se enfrentan a una escasez permanente de alimento.

Los océanos y mares albergan la fabulosa e inimaginable cantidad de mil trescientos millones de kilómetros cúbicos de agua salada, lo que representa 96% del agua del planeta; el resto es agua dulce. Dada su sencilla estructura molecular —dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno— el agua es el solvente universal. El agua es la clave para la vida en la Tierra. Sin agua no habría vida.

Los océanos y mares también determinan en gran medida el clima del planeta ya que impulsan la circulación atmosférica por calentamiento de la atmósfera, su dominancia en el ciclo hidrológico y el control que ejercen en la cantidad de bióxido de carbono de la atmósfera, entre otros factores.

## La conquista del mar

Conquistar las aguas de los mares fue un sueño de los humanos desde tiempos ancestrales. Tal vez nunca se sabrá cuáles fueron los primeros humanos que lograron atravesar los grandes mares pero algunas pinturas rupestres de hace milenios ya muestran pequeñas embarcaciones navegando entre grandes olas. Se sabe que los primeros humanos se originaron en África, de donde migraron al resto del mundo. Esos pequeños grupos humanos fueron los primeros en cruzar extensiones considerables de mar para llegar a lugares tan distantes como Australia. También se sabe que los polinesios colonizaron hace más de dos mil años, gracias a sus pequeñas barcas de madera, las islas del Pacífico como las islas Cook y las Marquesas, localizadas a miles de kilómetros de tierra firme. Muchos siglos después los grandes exploradores como Cristóbal Colón, Vasco de Gama, Fernando de Magallanes y Vitus Bering encontraron las rutas que habrían de permitir la navegación en todo el planeta.

En el siglo xv España y Portugal eran los imperios más poderosos gracias a sus portentosas flotas y una insaciable avidez por encontrar nuevas rutas y mercados para el comercio. Ambas naciones, rivales en tierra y mar, ganarían poder y enormes riquezas gracias a sus descubrimientos marítimos. Isabel y Fernando, los Reyes Católicos de España, habrían de financiar la expedición del explorador genovés Cristóbal Colón en su travesía para encontrar una ruta entre Europa y la India. Tres embarcaciones, la Pinta, la Niña y la Santa María habrían de zarpas del puerto de Palos el 3 de agosto de 1492 hacia el enigmático Atlántico. El 12 de octubre Colón llegó a lo que creía era territorio de la India, pero en realidad se trataba de las Bahamas; poco después descubrió Santo Domingo y Cuba. Sin saberlo había encontrado a América, lo que para el mundo occidental era un nuevo continente.

En esos años el explorador y navegante portugués Vasco de Gama descubrió que pasando el cabo de la Buena Esperanza, ubicado en lo que hoy es Sudáfrica, se podía navegar hasta la India. Este es el punto más austral del continente africano. Recuerdo la emoción que sentí al visitar ese punto extremo de la geografía. Desde Ciudad del Cabo, una exquisita urbe que mezcla los colores de la cultura europea y africana, se dirige una carretera hacia el sur en un paisaje que evoca toda clase de recuerdos. El aire frío, proveniente de los helados mares subantárticos, mantenía la temperatura templada pero agradable. En el camino me imaginé lo que habrían de haber pensado Bartolomé Díaz, descubridor del cabo al que llamó “cabo de las tormentas”, y Vasco de Gama, cuando pasaron por esas costas hace cuatro siglos. El cabo de la Buena Esperanza está protegido por un parque nacional que alberga las últimas poblaciones de pingüinos africanos. Al final del camino se llega a un punto en donde se puede apreciar cómo convergen el continente y el mar. Recuerdo que con enorme emoción leí el letrero que indica la llegada al cabo y decía: “Bienvenido al Cabo de la Buena Esperanza, punto más austral al oeste del continente africano”.

*Los cangrejos herradura del Atlántico parecen provenir de las páginas de un libro sobre especies prehistóricas. Estos artrópodos –parientes de arañas y alacranes– son comunes en las costas del golfo de México y la costa este de los Estados Unidos de América, donde se pueden observar en grandes grupos durante su migración anual. (PN/LSM)*



## Travesía al Fin del Mundo

La exploración de los mares que bañan con sus aguas las costas de Siberia empezó de manera sistemática, aunque sea difícil de imaginar por lo rudimentario de la tecnología en esa época, a inicios del siglo XVIII. Pedro I El Grande, zar de Rusia, preocupado por consolidar su soberanía en esa *terra incognita* y sus abundantes recursos naturales, auspició en 1725 la primera de dos expediciones que habría de encabezar el explorador Vitus Bering. Esa cruzada llevó a Bering a descubrir que Siberia y Alaska estaban separadas por lo que después se conocería como el mar de Bering. Años más tarde entre 1733 y 1743 encabezaría lo que tal vez fue la expedición científica más ambiciosa de la historia. Organizada por la poderosa Academia de Ciencias de Rusia, participarían en ella cerca de 10 000 soldados, científicos y asistentes. La expedición partió de San Petersburgo para llegar muchos meses después a la península de Kamchatka. Allí se separaron en cuatro contingentes que se ocuparon de explorar diferentes regiones de ese vastísimo territorio. Bering se dedicó a construir dos barcos que zarparían una lluviosa mañana de junio de 1741 con rumbo a ese mar desconocido entre Siberia y Alaska. Desde su inicio la expedición estuvo marcada por problemas y contratiempos. Nada sorprendente si se considera que navegaban a la desconocida costa oeste de Siberia por uno de los mares más salvajes del planeta.

A bordo de uno de los barcos viajaba Georg W. Steller, médico y naturalista de la expedición, encargado de supervisar la salud de los expedicionarios y de tomar notas precisas sobre la geología, oceanografía y biología de esos recónditos paisajes. La rutina de los barcos consistía en encontrar alguna bahía con aguas tranquilas donde anclaban y los exploradores podían bajar en barcos de remos a tierra firme, para llevar a cabo su trabajo de investigación y reconocimiento. Una tarde oscura la fortuna abandonó a la expedición y los barcos se separaron en medio de una fuerte niebla. Bering acabaría naufragando en la que se llamaría después la isla de Bering. Él y 28 miembros de su tripulación perecieron por desnutrición, escorbuto —la enfermedad de los navegantes de esos tiempos causada por la falta de vitamina C— y las inclemencias del tiempo. En las aguas calmadas cercanas a la isla, Steller descubrió un extraño mamífero, similar a un manatí pero enorme, de tres toneladas. La vaca marina de Steller, como se le conoce actualmente, siguió la suerte de Bering. En menos de 27 años desapareció de la faz de la Tierra debido a su caza desmedida para el consumo de su carne.

A finales del siglo XIX ya se había logrado alcanzar prácticamente todos los confines de los vastos mares y sólo quedaban los polos como las últimas regiones inexploradas del planeta. Estados Unidos de América, Rusia, Inglaterra y Noruega, entre otras potencias, impulsaron frenéticamente expediciones para ganar la conquista de esas regiones. Después de numerosos intentos, que en muchos casos cobraron la vida de los intrépidos expedicionarios,

*En el extremo sur de Sudáfrica se encuentra el cabo de Buena Esperanza. El nombre de este sitio se debe a que al llegar aquí los navíos provenientes de Europa tenían la esperanza de poder llegar al subcontinente indico. Sus costas, en contraste con su nombre, son famosas por sus fuertes vientos y corrientes debidos a la confluencia de la cálida corriente de Mozambique-Agulhas, proveniente del océano Índico, y la fría corriente de Benguela, proveniente del océano Antártico. (cc)*





es posible que el estadounidense Frederick Cook haya alcanzado el Polo Norte en 1908 y un poco después el noruego Roald Amundsen se convirtió en el primer ser humano en alcanzar el Polo Sur en 1911.

La travesía desde Ushuaia, la ciudad más austral del mundo en Tierra del Fuego en Argentina y la península Antártica, es una de las más accidentadas pero también más bellas. La ruta cruza por el canal de Drake cuyas furiosas aguas representan la unión de los océanos Pacífico y Atlántico. Se trata de un lugar casi olvidado por la civilización. En el invierno los vientos alcanzan 300 kilómetros por hora y la temperatura desciende ¡hasta 89 grados centígrados bajo cero! Hay pocos lugares tan fríos y solitarios en el planeta. El famoso escritor y naturalista Peter Methessien lo describió en su libro *El Fin de la Tierra* como el lugar más apartado del mundo. Hoy en día, decenas de cruceros zarpan en el verano desde Ushuaia para adentrarse en las heladas aguas del canal para alcanzar con su cargamento de turistas la península de la Antártida. La belleza espectacular de los enormes témpanos de intensos tonos azules, pingüinos, focas y ballenas permite olvidar por momentos la enorme soledad de esas regiones.

### *La última frontera*

El 7 de enero del año 2005 sucedió algo sorpresivo e inesperado. Un submarino de los Estados Unidos de América se estrelló con una montaña marina desconocida, muy cerca de la base naval de Guam. Es difícil imaginar un avión estrellándose en una montaña desconocida en alguna isla o continente. El mar es, sin duda alguna, la última frontera sin explorar en el planeta. Se sabe menos de las profundidades de los mares que de la superficie de la Luna. Sylvia Earle preguntó hace unos años por qué la NASA estaba más interesada en el espacio que en el mar. "Porque arriba están el cielo y las estrellas; abajo la oscuridad profunda" fue la respuesta.

El primer descenso a las profundidades oceánicas fue logrado por William Beebe y Otis Barton en 1934, cuando lograron bajar a 900 metros de profundidad. Beebe describió su experiencia así: "Estos descensos a las profundidades del mar tenían un verdadero carácter cósmico. En primer lugar estaban la soledad y el aislamiento total y absoluto; una sensación completamente distinta al aislamiento que se siente cuando te alejas del prójimo sólo por mera distancia... Era una soledad más parecida a una primera incursión a la Luna o Venus que a la de un avión en medio del océano o estar en la cima del Monte Everest. No era más maravilloso que estas hazañas, pero diferente". En el año 2012 el productor de cine James Cameron logró la hazaña de descender solo al fondo de la Fosa de las Marianas a 11 kilómetros bajo la superficie, el punto más profundo del planeta, en un submarino construido para ese pro-

*El pez dragón, con 15 a 20 cm de longitud, habita en aguas profundas del Atlántico incluyendo el golfo de México. Es un hábil cazador que atrae a sus presas (otros peces) usando su "barba" como señuelo. (SZ/NPL)*

pósito. Allí, con gran estupor, registró muchas formas de vida, la mayoría desconocidas hasta entonces. Aún así vastas regiones del fondo del mar nunca han sido vistas ni fotografiadas por el ser humano.

## *El futuro del mar*

Por la vastedad del mar y su inaccesibilidad para la mayoría de las personas es difícil percibir la enorme degradación a la que ha sido sometido. Hoy, nuestro planeta, su diversidad biológica, sus mares y océanos están amenazados por las actividades del hombre. Poco a poco se han ido mermando sus riquezas y poco a poco se va extinguiendo su vida. Los embates son variados y complejos; el mar es simultáneamente atacado desde muchos frentes. Millones de litros de aguas contaminadas son vertidos cada día a los océanos arrastrando muerte y desolación. La contaminación por plásticos de todo tipo es inimaginable. Existen cinco regiones en los mares en donde se acumulan plásticos y otra basura en cantidades asombrosas; en el Pacífico se le ha llamado el “gran parche de plástico del Pacífico”, que se extiende por decenas de kilómetros y a decenas de metros de profundidad. Día y noche sin parar se puede escuchar en las profundidades el ruido de motores y artes de pesca de innumerables barcos pesqueros que

prácticamente han acabado con todas las grandes pesquerías, tales como las de bacalao en la costa este de Estados Unidos de América y Canadá, las de sardinas en la costa de California y la del atún en las costas del Pacífico.

En las aguas del golfo de California ocurre, hoy en día, una crisis silenciosa invisible para nosotros. En esas aguas existen menos de 100 vaquitas marinas, un tipo de marsopa endémica de esta región, y se enfrentan a la extinción por la pesca ilegal. En este año 2015 el Presidente de México ha decretado una veda total a la pesca en el Alto Golfo e instruido a la Marina para que se cumpla esta prohibición. Se trata de la última esperanza para la vaquita, presagio de los tiempos que vienen.

El mar, cuna de la vida, está en peligro. La Tierra está en peligro. Ya sea por razones éticas o simplemente por conveniencia es necesario reconocer claramente que el camino que hemos elegido es incorrecto. Y, sin embargo, seguimos hacia el mismo rumbo indiferentes a la destrucción que nos rodea. Tal como lo expresó elocuentemente Jacques Cousteau: “El mar, el gran unificador, es la única esperanza para el hombre. Hoy, como nunca antes, la vieja frase tiene un sentido literal: todos estamos en el mismo bote”. El futuro del mar depende ahora exclusivamente de nosotros. El tiempo será el mejor testigo para saber si le mostramos el amor, la atención y la comprensión que requería para sanar y salvarse. Si tuvimos la sensatez que se necesita para salvarnos.



*La porción norteamericana de las aguas del Atlántico norte ofrecen espectaculares vistas de enormes extensiones de agua congelada. Éste es el hábitat de especies como el oso polar, grandes carnívoros que caminan y nadan a través de estos valles de hielo en busca de alimento. (TM/NGC)*



*El Ártico*



*En el invierno el sol se oculta durante tres meses, sumiendo al Ártico en la penumbra y congelando el océano, hasta que el hielo alcanza una superficie de 15 millones de kilómetros cuadrados. Al llegar la primavera la energía del sol comienza a fundir el hielo y para finales del verano cubre tan sólo la mitad del área que ocupaba en el invierno.*

*En este ambiente de tan bajas temperaturas, los peces logran sobrevivir gracias a que cuentan con proteínas que impiden la congelación de su sangre, mientras que los mamíferos marinos tienen una espesa capa de grasa bajo la piel que los aísla del agua helada. Otras especies que habitan este océano migran hacia el sur durante el invierno, como sucede en el caso de las ballenas grises que viajan del océano Ártico hasta Baja California para encontrar pareja y parir a sus crías.*

*Debido al aumento en la temperatura global la extensión que cubre el hielo en invierno se ha reducido en casi un millón de kilómetros cuadrados y su espesor en la porción central ha pasado de 3.59 metros a sólo 1.25 metros en 35 años. Este cambio amenaza a algunas de las especies más conocidas de este océano como el oso polar, que depende del hielo para cazar a las focas de las que se alimenta.*



PÁGINA 54 El mar de Barents es parte del océano Ártico y se encuentra entre las costas norteañas de Noruega y Rusia, encontrándose su mayor porción en territorio ruso. Gracias a la corriente del Atlántico norte este mar tiene una productividad mayor a la de cualquier otro en esta misma latitud, lo que le da gran importancia desde el punto de vista biológico –debido a su amplia diversidad– y económico –por sus valiosas pesquerías. (PNI/NGC)

PÁGINA 56 El archipiélago de Svalbard se encuentra en aguas noruegas, en la porción sur del océano Ártico. Dos tercios de este archipiélago se encuentran protegidos, salvaguardando sus ambientes en excelente estado de conservación. Con cerca de 60% de la superficie cubierta por glaciares y un clima inclemente, los sitios habitados de manera permanente son escasos. (OJL/NPL)

La bahía de Radstock se localiza en la región de Baffin en la provincia de Nuanavut, Canadá, en el océano Ártico. Durante el invierno sus aguas se congelan por completo y sólo son transitadas por buques rompehielos que dejan estelas de hielo roto a su paso. (JJP/BB)





PÁGINA 60 Los narvales son carismáticos cetáceos que sólo habitan el océano Ártico, desde la bahía de Hudson, en Canadá, hasta Groenlandia y Rusia. Al igual que delfines y ballenas, necesitan salir a respirar a la superficie, por lo que las fracturas en el hielo son fundamentales para su supervivencia. (FN/LSM)

IZQUIERDA Y ARRIBA Para resistir las gélidas aguas del Ártico las focas y otros mamíferos marinos generan gruesas capas de grasa que los aíslan de las temperaturas bajo cero y mantienen su temperatura interna. Las focas de Groenlandia se alimentan principalmente de peces e invertebrados y son, a su vez, alimento de orcas, tiburones, osos polares, zorros y humanos. (DD/NGC; NR/NGC)



*El mar de Barents –entre Noruega y Rusia– está separado del mar de Kara –en Rusia– por una delgada extensión de las montañas Urales. Ambos mares se encuentran en el extremo sur del océano Ártico. La porción sur del mar de Barents permanece libre de hielo durante todo el año gracias a las cálidas aguas provenientes de la corriente del Atlántico. (CR/NGC)*

*PÁGINA 67 La foca barbuda es una carismática especie presente en las aguas del Atlántico norte y del Ártico. Su alimentación se compone principalmente de animales del fondo marino, incluyendo almejas, calamares y peces. Esta especie es uno de los principales alimentos de osos polares y de las comunidades Inuit del lejano norte. (TR/LSM)*

*Para nosotros, un mundo inhóspito,  
para ellos, su hogar...*





*El mar de Chukchi se localiza entre Siberia y Alaska, sobre el estrecho de Bering, y suele estar cubierto por hielo 8 de los 12 meses del año. Las morsas de famosos bigotes y largos colmillos forman parte de la fauna local, ocupando las áreas cubiertas de hielo donde se congregan cientos de animales. Estos dientes, entre otras cosas, les permiten arrastrar sus cuerpos sobre el hielo a modo de muletas, además de abrir huecos en el hielo para acceder a sus alimentos. (SG/NPL)*



*El Atlántico*



*El océano Atlántico es el segundo océano más extenso del planeta, con 106 400 000 kilómetros cuadrados. Durante siglos los navegantes europeos lo consideraron una barrera, hasta que la carrera para llegar a las Indias los llevó a navegar hacia el oeste, descubriéndose el Nuevo Mundo. Ha jugado por lo tanto un papel preponderante en la historia reciente del intercambio cultural y económico entre los continentes. Este océano es, quizá, el que ha visto cruzar más inmigrantes humanos, desde el lamentable tráfico de esclavos de África, hasta la llegada a Norteamérica de los irlandeses huyendo de la hambruna. Se trata también del primer océano en ser cruzado por barco y por avión.*

*En este océano se encontraban las pesquerías más importantes del mundo, pero éstas han colapsado debido a la sobrepesca. La intensa transformación de sus costas, la sobreexplotación de sus recursos y la comparativa accesibilidad de sus aguas en relación a las de otros océanos han favorecido que muchas de sus especies nativas se encuentren amenazadas.*

PÁGINA 70 Las islas Feroe son un pequeño archipiélago formado por 18 islas pertenecientes a Dinamarca. Se localiza en la porción norte del Atlántico entre Escocia, Noruega e Irlanda. El paisaje terrestre de estas islas se caracteriza por la ausencia de árboles y una reducida diversidad de plantas y animales que contrastan con la riqueza de las aguas que las rodean, pues allí viven varias especies de cetáceos y un sinnúmero de peces, moluscos y demás formas de vida marinas. (AB/NPL)

PÁGINA 72 Cerca del Ecuador, las cálidas y transparentes aguas del Atlántico se llenan de vida. Un grupo de sábalos reales se alimenta de un cardumen de pequeños tinicales dentro de una cueva de coral en las islas Caimán, en el mar Caribe. (AM/NPL)

La bahía de Bonne se localiza en el golfo de San Lorenzo, considerado el estero más grande del mundo, en el extremo oeste de la isla canadiense de Terranova. La vegetación nativa de esta isla se caracteriza por densos bosques habitados por castores, renos y osos. Aquí, una medusa melena de león transita por sus frías y tranquilas aguas. (DD/NGC)





PÁGINA 76 Las cumbres alrededor del fiordo de Kirkefjorden en el noroeste noruego ofrecen espectaculares vistas hacia las aguas del mar de Noruega dentro del Atlántico norte. Éste se encuentra delimitado al sur por un gran acantilado submarino que corre entre Islandia y las islas Feroe. Las aguas de este mar son muy profundas, pues alcanzan los 2 km bajo la superficie. Sus costas ricas en peces son famosas por su bacalao. (OH/NPL)

El "viejo hombre de Storr" es una famosa formación rocosa en la isla de Skye, la mayor isla del archipiélago de las Hébridas, en Escocia. Los fuertes vientos que aquí se presentan año con año pueden alcanzar 128 km/h y son la mayor limitante para el crecimiento de árboles. La influencia del océano Atlántico y la corriente del golfo de México generan un clima agradable, contrario a lo que esperaríamos debido a su ubicación, con una temperatura media de 6.5°C en invierno y de 15.5°C durante el verano. (DN/NPL)





PÁGINA 80 La isla de Coll forma parte del archipiélago de las Hébridas, en Escocia, uno de los sitios en mejor estado de conservación de este país famoso por su espectacular fauna. Durante el verano, extensas áreas se cubren de algas, semejando bosques donde esta foca gris busca su alimento. (AM/NPL)

ABAJO El Parque Regional Las Siete Hermanas se localiza dentro del Parque Nacional South Downs, en Essex, Inglaterra. Este parque es famoso por sus 280 hectáreas de riscos de caliza, así como sus pastizales tolerantes a estos suelos. (GE/2020V/NPL)

PÁGINA 84 El golfo de Botnia se localiza en el extremo norte del mar Báltico, entre Suecia y Finlandia. Este mar se delimita por la península escandinava, Finlandia, los países bálticos y el altiplano del norte de Europa. Además del golfo de Botnia, el mar Báltico incluye la bahía de Botnia, el golfo de Finlandia y el golfo de Riga. (LAA/NGC)









PÁGINA 86 El delta del Danubio es el segundo más grande de Europa y marca el sitio donde las aguas de este río llegan al mar Negro, en los países de Rumanía y Ucrania. El Danubio nace en la Selva Negra, en Alemania, y tiene una longitud de poco más de 2800 km hasta su desembocadura, siendo un importante sostén de las actividades agrícolas de esta región. (WWE/W/NPL)

IZQUIERDA El Parque Nacional Kornati, en Croacia, se compone de 89 islas, islotes y arrecifes en el extremo norte del mar Mediterráneo, entre Italia y Croacia. El Mediterráneo se comunica con el océano Atlántico por el estrecho de Gibraltar, con el mar Negro a través de los estrechos del Bósforo y de Dardanelos y, por último, con el mar Rojo vía el Canal de Suez, hecho por la mano del hombre. Este mar es el más contaminado del planeta debido a sus altos niveles de hidrocarburos y otros contaminantes. (WWE/PH/NPL)

ABAJO El mar Mediterráneo es hogar de interesantes especies como el pez cardenal. Este pez, de amplia distribución, llega a medir 15 cm de largo y prefiere habitar en zonas de arrecife de coral entre 10 y 200 m de profundidad. En esta especie el macho incuba los huevos en su boca, protegiendo así a su progenie. En esta imagen observamos el momento en que la hembra transfiere los huevos a la boca del macho. (BF/BP)



Los arrecifes del mar Mediterráneo, sobre todo aquellos que se encuentran dentro de áreas naturales protegidas en las costas de Italia y España, están en buen estado de conservación. En contraste, los que se encuentran en las costas de Turquía y Grecia prácticamente han desaparecido por la contaminación y sobreexplotación de sus recursos. Su fauna incluye peces multicolores como el pez serrano. (abajo WP/BP; derecha MC/BP)

PÁGINA 92 El archipiélago español de las Canarias se localiza al norte de África y sur de España y está compuesto de siete islas mayores. Es de origen volcánico y su gran belleza atrae a miles de turistas cuya presencia sostiene la mayor parte de su economía. (MC/BP)







*La Punta de San Lorenzo se localiza al este de Madeira, archipiélago portugués localizado 400 km al norte de Tenerife, que forma parte de las islas Canarias. El turismo atraído por sus bellezas naturales aporta poco más de 20% de su PIB, siendo la observación de ballenas una de las actividades de mayor crecimiento. (LF/BP)*



La región autónoma de las Azores, mejor conocida como islas Azores, es un archipiélago portugués situado 1 400 km al oeste de Lisboa en pleno océano Atlántico. En sus aguas es posible observar increíbles escenas como ésta, en la que una tortuga laúd adulto –que puede llegar a medir 2.3 m y pesar cerca de una tonelada– se alimenta de un Pyrosoma, que no es más que una colonia de tunicados (pequeños animales con sistema nervioso) de libre flotación. (BJS/NGC)

PÁGINA 98 Los cachalotes son enormes cetáceos que llegan a medir 20 m de largo y pesar cerca de 57 toneladas. Estos majestuosos animales poseen el cerebro más grande en comparación con cualquier animal existente. Para descansar, se colocan en posición vertical muy cerca de la superficie. Esta imagen de un grupo de cachalotes descansando fue captada en las islas Azores. (WWE/INPL)









PÁGINA 100 La isla Bioko es una isla volcánica localizada 32 km al oeste de Camerún, África, y comprende el extremo oeste de Guinea Ecuatorial. Al igual que muchas islas, su aislamiento de tierra firme ha permitido el desarrollo de especies terrestres únicas y que suelen estar amenazadas por las actividades humanas. Aquí habitan 10 subespecies endémicas de primates, altamente amenazadas por el consumo de su carne. (TL/NGC)

PÁGINA 102 El desierto de Namibia y el océano Atlántico se encuentran en la Costa de los Esqueletos. Esta imagen es poderosa por lo opuesto de estos sistemas. Debido a que los vientos dominantes van del interior del continente hacia el océano, las lluvias aquí son prácticamente inexistentes y la influencia del océano sobre la costa es mínima. Este sitio debe su nombre, además de los múltiples restos de embarcaciones, a que en épocas pasadas, cuando los botes de remos eran usados cotidianamente, se podía desembarcar en sus costas pero no zarpar de nuevo, lo cual obligaba a los desdichados marineros a caminar cientos de kilómetros donde, por supuesto, muchos perecían. (GS/NGC)



IZQUIERDA En las aguas tropicales del Atlántico en África se localizan archipiélagos e islas solitarias de increíble belleza e invaluable biodiversidad. La isla de Santa Helena, a 2800 km de la costa de Angola, es un territorio británico donde la pesca es la principal actividad económica. (KK/NGC)

ARRIBA La República Democrática de Santo Tomé y Príncipe, a 225 km de la costa de Gabón, es parte de una cordillera volcánica donde la pesca, la exploración petrolera y los servicios bancarios producen la mayor derrama económica. (MP/NGC)



*El lobo marino del cabo habita en las costas de Namibia, Angola y Sudáfrica, en África, así como en Australia y Tasmania. Esta especie es una importante fuente de alimento para depredadores como el tiburón blanco, aquí captado en la bahía Falsa, limitada por el cabo de Hangklip y la península del Cabo en Sudáfrica, cerca de donde los océanos Atlántico e Índico se encuentran. (CME/NPL)*

*Las aves marinas, como su nombre lo indica, pasan mucho tiempo de su vida en las aguas de mares y océanos alrededor del mundo. En el extremo sur de nuestro planeta es posible observar muchas de ellas. En la isla británica de Gough habitan pingüinos de penacho amarillo (PÁGINA 108), aves no voladoras que, a pesar de no ser muy gráciles en tierra, son verdaderos submarinos dentro del agua. En contraste con estos pingüinos, el albatros de pico fino (PÁGINA 109) pasa la mayor parte de su vida en mar abierto, regresando a tierra firme sólo para anidar. Este albatros está en grave peligro de extinción. (TR/LSM)*









PÁGINA 110 La bahía Lapataia, en la Patagonia argentina, es realmente un fiordo producido por la acción de glaciares situado en el borde norte del canal de Beagle, cerca de donde convergen los océanos Atlántico, Antártico y Pacífico. En sus aguas crecen bosques de enormes algas llamadas cachiyuyos gigantes habitados por lobos y elefantes marinos, pingüinos patagónicos, delfines y ballenas francas australes. En los afluentes de agua dulce que llegan al mar podemos encontrar salmónidos como la trucha marrón y la trucha plateada, introducidas de Europa y Norteamérica, respectivamente. (CC/LSM)

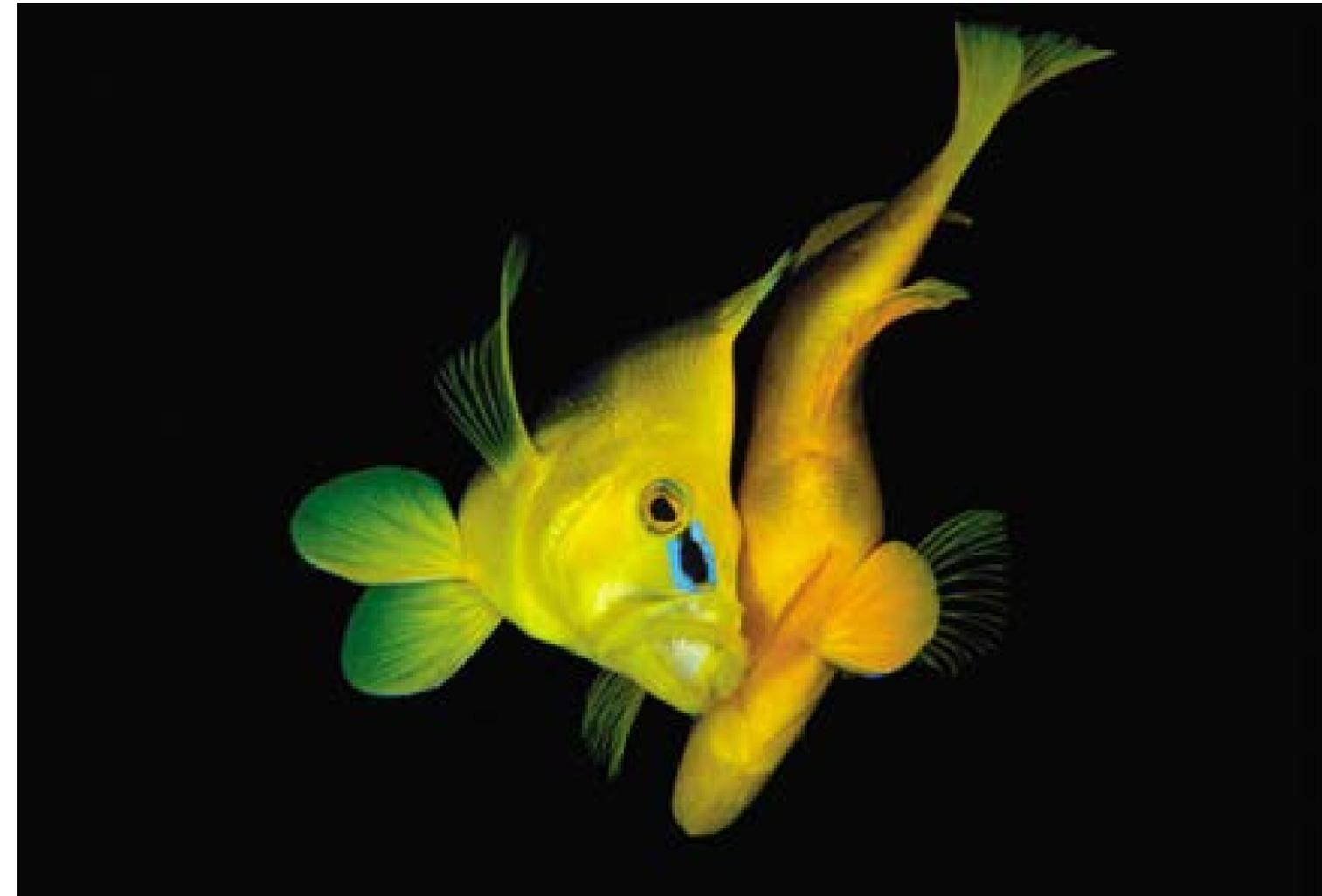
Las costas de Patagonia son el único sitio donde las orcas cazan fuera del agua. Aquí, la población residente de estos enormes delfines ha aprendido a capturar crías de lobos marinos directamente en la playa, saliendo abruptamente del oleaje y capturándolos por sorpresa. Estos ataques son por demás espectaculares y muestran el alto grado de inteligencia de estos depredadores. (SC/BP)



*El archipiélago volcánico Fernando de Noronha se localiza en las costas del extremo este de Brasil. Está formado por 21 islas, con sólo una de ellas habitada, lo que le da un carácter silvestre único. Estas islas inhabitadas y sus aguas conforman un Parque Nacional Marino declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO. (AS/SP)*

*PÁGINA 116 El gran agujero azul se localiza a 70 km de la costa de Belice y es rodeado por el arrecife del Faro. Este agujero es una cueva de origen calcáreo cuyo techo ha colapsado, llenándose su estructura por las aguas del mar Caribe. Desde el aire, el tono oscuro de esta cueva denota su mayor profundidad en comparación con las aguas que lo rodean. Es habitado por especies espectaculares como tiburones toro y tiburones de arrecife. (GJ/DD)*





*Las islas del Caribe fueron la primera porción de tierra firme que Cristóbal Colón avistó al llegar al continente americano. Las llamó Indias Occidentales pensando que había llegado a la porción más occidental del subcontinente de India. Posteriormente, los grupos de humanos que habitaban estas islas fueron llamados "caribes" y de ahí el nombre de este mar. En la imagen, un hamlet dorado propio de estas aguas. (izquierda JCM/BP; arriba AM/NPL)*





PÁGINA 120 El Parque Nacional Los Haitises, en el extremo noreste de las costas de República Dominicana, protege densos bosques en excelente estado de conservación. Éstos atraen a gran número de ecoturistas que buscan conocer sus playas, cuevas y admirar su flora y fauna, la cual incluye especies endémicas como el roedor llamado "jutia de la Española". (KS/LSM)

IZQUIERDA Los cocodrilos americanos habitan, en su distribución atlántica, en el sureste de los Estados Unidos de América, el golfo de México hasta Venezuela y algunas islas del mar Caribe. En el Pacífico habitan desde el sur de México hasta las costas de Perú. Aquí, un adulto –que puede llegar a medir 5 metros– se sumerge en las aguas del Parque Nacional Jardines de la Reina en Cuba. (CCK)

ARRIBA Los manglares son humedales costeros formados por árboles resistentes a condiciones de alta salinidad. Están presentes en prácticamente todos los mares y costas tropicales alrededor del mundo. Estos bosques son fundamentales para las pesquerías ya que numerosas especies comerciales los utilizan como refugio durante estadios tempranos de su desarrollo. (KS/LSM)



RURIK LIST

## *LOS MARES A TRAVÉS DEL TIEMPO*

*H*ace dos años tuve la oportunidad de hacer un viaje en solitario de 1200 kilómetros a lo largo del desierto de Atacama, ubicado en la costa chilena, que es la región más árida del planeta. El Atacama, al igual que los demás grandes desiertos del hemisferio sur, se encuentra en una franja donde los sistemas de alta presión atmosférica generan vientos alisios que desplazan la humedad hacia el este. Además, este desierto recibe muy poca humedad del océano Pacífico debido a que es bordeado por la corriente marina de Humboldt, la cual presenta una evaporación mínima en razón de que proviene de la Antártida y se caracteriza por ser muy fría.

En el desierto la ausencia de humedad genera una impresionante visibilidad, siendo la agudeza visual del observador lo que limita qué tan lejos se pueden apreciar las formaciones rocosas, ya que las rocas son la única característica del paisaje: la aridez extrema impide el crecimiento de plantas. A pesar de que en la mayor parte del recorrido el camino va junto al mar, no vi una sola brizna de pasto, un cactus o siquiera un líquen; en tres días no observé ave alguna. Sin viento, al caminar fuera del vehículo el único sonido era el de mis pasos. Un exacerbado sentimiento de soledad me invadía ante la falta absoluta de indicios de vida en cientos de kilómetros. Al tercer día vi las primeras plantas y al llegar al Parque Nacional Pan de Azúcar, algunos cactus y matorrales delataban la presencia de humedad. Por la tarde, una densa niebla me envolvió, dejando entrever por momentos una

pequeña manada de guanacos. Entonces inevitablemente me pregunté ¿cómo pueden vivir en este lugar tan extremo?

La respuesta es el océano: la niebla se genera en el océano y es llevada a la costa por el viento. Suave y silenciosamente la niebla dejó las espinas de cactus y matorrales cubiertas de pequeñas gotas de agua que se deslizaban por sus tallos hasta el suelo, donde las raíces podían absorberlas. Esta humedad es apenas suficiente para permitir la presencia de escasas plantas, pero las plantas permiten la existencia de animales. Aquí pude observar la influencia del mar, en su forma más simple, en la vida del planeta. Y sin embargo el impacto de los océanos en los ecosistemas terrestres, incluyendo la vida humana, es extraordinariamente complejo.

En torno al Ecuador, en la franja oceánica tropical, el calor del sol de verano evapora el agua, cargando el aire de humedad y elevándolo a lo alto de la atmósfera. La elevación del aire húmedo genera cerca de la superficie del mar una zona de baja presión en la que las nubes comienzan a girar. Alimentadas por un aporte constante de aire húmedo, estas nubes continúan creciendo y almacenando energía hasta que se convierten en tormentas y ciclones tropicales cuyos centros pueden albergar vientos de 120 hasta más de 300 kilómetros por hora. Los ciclones son entonces desplazados lentamente por los vientos que los rodean, muchas veces hacia tierra firme. Al llegar a la costa los intensos vientos y la abundante lluvia causan grandes daños: inundaciones, deslaves, destrucción de casas y carreteras. Pero también llevan la valiosa humedad del océano hacia el interior.

En México, los ciclones tropicales o huracanes provenientes del Pacífico se enfrentan a la formidable barrera que representa la Sierra Madre Occidental, que los debilita y roba parte de su humedad, pero estos fenómenos principalmente costeros tienen un alcance de cientos de kilómetros tierra adentro, dejando gran cantidad de agua a su paso. A más de mil kilómetros de la costa más cercana, las costas de suelo seco del Desierto Chihuahuense reciben las gotas de lluvia, absorbiéndolas hasta saturarse y formar charcos. Ahí, enterrados en el lodo en un letargo que dura meses e incluso años, sapos de diversas especies despiertan y emergen a la superficie, llenando las noches de verano con sus cantos en busca de pareja para reproducirse. Miles de huevos son entonces depositados en los charcos, pero como los charcos no durarán mucho, su ciclo de vida debe completarse en pocos días; tal vez pasen varios años antes de que las condiciones para su reproducción puedan darse nuevamente. Plantas y animales en el interior de los continentes dependen de la humedad proveniente de los océanos, transportada por el viento en forma de lluvia, nieve, hielo o neblina. Asimismo, los huracanes han sido fundamentales en la distribución de la biodiversidad, tanto en el pasado como en el presente.

Al acercarse el invierno, los días cada vez más cortos anuncian que pronto el alimento será escaso. Esta señal indica a las aves que tendrán que irse a otras tierras, distantes cientos o miles de kilómetros, ya que muchas de ellas no pueden enfrentar el invierno en los sitios don-

de viven. Volando sobre el océano, una parvada migrante encuentra una gigantesca cortina de agua y viento que la obliga a desviarse del curso que, por milenios, han seguido cada año los miembros de su especie. A cientos de kilómetros del continente ven tierra firme y logran, con el último aliento de su fuerza, llegar a una isla que les proporciona los recursos que necesitan para sobrevivir. Ahí, aislada de sus congéneres por el inmenso océano, esta nueva población irá acumulando cambios generación tras generación hasta volverse una especie completamente distinta de la que le dio origen. Muchas de las especies que habitan hoy en día las islas que salpican el globo terrestre, como las Galápagos, han sido originalmente llevadas a estos sitios por los ciclones tropicales. Sin embargo, éstos no son los únicos responsables de llevar seres vivos a las regiones remotas del planeta.

## *Las corrientes oceánicas*

Invisibles a simple vista pero conocidas desde tiempos remotos por los navegantes, las corrientes marinas son, por así decirlo, un complejo sistema de vías que enlazan islas y continentes. Las corrientes que se encuentran en el nivel de la superficie marina son someras, pues llegan hasta 400 metros de profundidad y pueden tener más de mil kilómetros de ancho. Son generadas por el viento, los cambios en la temperatura del agua, la fuerza de gravedad y la rotación de la Tierra, y su dirección es afectada por el contorno de los continentes y las islas. Estas corrientes han jugado un papel central tanto en la distribución de las especies en el globo, como en la historia de la humanidad.

La isla de Madagascar, situada a más de 400 kilómetros de la costa oriental de África, tiene una fauna muy peculiar, pues en la actualidad la habitan sólo cinco órdenes de mamíferos terrestres descendientes de animales que hace unos 65 millones de años llegaron allí transportados en balsas de vegetación natural —como árboles caídos— por una corriente marina ya desaparecida. Con el paso de los milenios estos colonizadores ancestrales dieron origen a lémures, tenrecs y solenodones, especies únicas de Madagascar. En contraste, la deriva de animales llevados por las corrientes marinas en balsas naturales no fue viable para que los mamíferos terrestres colonizaran Nueva Zelanda, ya que Australia, el continente más cercano del que habrían podido salir, está a 1600 kilómetros de distancia, lo cual implica un viaje demasiado largo para sobrevivir sin agua dulce ni alimento. Los reptiles, cuya biología les permite pasar mucho tiempo sin comer o beber, sí pudieron aprovechar esta forma de viaje y llegar hasta Nueva Zelanda, que actualmente alberga reptiles que no se encuentran en ningún otro lugar, como los tuátaras.

La llegada de organismos por aire o agua a las islas y su diferenciación en nuevas especies también se ha dado en México. Por ejemplo, en la isla Guadalupe —a 260 kilómetros de

PÁGINA 124 El Parque Nacional Pan de Azúcar se encuentra en la costa central de Chile en las regiones de Antofagasta y Atacama. Aquí habitan especies como el guanaco, el pingüino de Humboldt y el pato yunco. Su vegetación es de tipo xerófilo debido a las condiciones de aridez, aliviadas sólo por la brisa marina que lleva la tan necesaria humedad a tierra firme. (AMH/DD)



*La fuerza inclemente del océano Pacífico ha moldeado las abruptas costas de la isla Guadalupe, México, donde la vida sigue su paso de manera triunfante. (cck)*

la costa de Baja California Norte— existen 34 especies endémicas de plantas, incluyendo la palma de abanico y el ciprés de Guadalupe. En las islas del golfo de California se encuentran 42 especies endémicas de reptiles —como los chuckwallas— y 15 de mamíferos —como el ratón de Ángel de la Guardia.

Por supuesto, para numerosos animales invertebrados como arañas o insectos así como para las plantas, los viajes marinos son más fáciles. De hecho, hay plantas que muestran adaptaciones a una dispersión marina, como la palmera de coco. Los frutos de esta planta tienen un mesocarpio —la fibra que protege la semilla— grueso y poroso, lo que le da gran flotabilidad, mientras la cubierta exterior es impermeable y muy resistente. La semilla está protegida por una cubierta dura y cuenta con abundante pulpa y agua para nutrirse, por lo que puede germinar aun después de meses de flotar en el mar. Tras ser transportada grandes distancias por las corrientes, al llegar a la playa o atolón de coral donde su viaje termina, esta semilla germina y crece como una palmera que eventualmente producirá cocos y cuyos frutos serán transportados nuevamente por las corrientes oceánicas. Gracias a estas adaptaciones a la dispersión marina, las palmeras de coco se encuentran en toda la franja marina tropical del globo. Por su resistencia al agua de mar, la pulpa y agua que proveen y por su larga vida útil, los cocos contribuyeron a que diversos pueblos lograran realizar viajes transoceánicos.

En tiempos antiguos, los cartagineses en el mar Mediterráneo y los chinos en Asia tenían mapeadas rutas marítimas siguiendo las corrientes marinas. Las corrientes fueron fundamentales para el mantenimiento y expansión del imperio romano, ya que un tercio de sus ingresos se obtenía del comercio con otros pueblos; sus barcos navegaban el Mediterráneo, el océano Índico, el mar Rojo y la costa este de África. Los habitantes de Polinesia desarrollaron un profundo conocimiento de las corrientes oceánicas y las aprovecharon para desplazarse y colonizar islas alejadas cientos de kilómetros entre sí, en una gigantesca área del océano Pacífico de ¡más de 25 millones de kilómetros cuadrados! Este proceso, que les llevó un milenio y culminó con su llegada a Nueva Zelandia hace unos 800 años, gestó una serie de pueblos estrechamente relacionados con el mar, como los Rapa Nui de la Isla de Pascua, los maoríes de Nueva Zelandia, los hawaianos y los tahitianos, entre muchos otros. Más tarde, en la época de la conquista, los navegantes europeos utilizaban las corrientes oceánicas para reducir el tiempo de los viajes trasatlánticos del Nuevo Mundo a España. En la actualidad los barcos continúan utilizando estas corrientes pues permiten ahorrar combustible y tiempo de viaje; en un mundo donde noventa por ciento del comercio global se da por mar, lograr una navegación más eficiente se convierte en un asunto prioritario.

Aunque las corrientes marinas han sido estudiadas desde la antigüedad, cambian estacionalmente, no se conocen con certeza sus límites, la ruta que siguen, la interacción que tienen con otras corrientes y su velocidad. Algunos científicos utilizan botellas con mensajes que arrojan

al mar solicitando a quien las encuentre les mande información de cuándo y dónde la encontró. Curiosamente, accidentes en la transportación naviera han generado mucha información sobre las corrientes oceánicas. Cada año desde los barcos caen al mar más de 2 500 contenedores con cualquier tipo de productos, pero uno en particular que iba de China a los Estados Unidos de América cayó por la borda en enero de 1992 con 28 mil patitos de hule y otros juguetes para baño. Un oceanógrafo solicitó a los aficionados que buscan tesoros en las playas reportar los juguetes de hule que llegaran a encontrar. Durante los siguientes 10 años hubo reportes en sitios de la costa del Pacífico norte y la península de Kamchatka hasta el sureste de Asia.

El estudio de las corrientes marinas ha permitido determinar que existen cinco giros oceánicos principales —corrientes oceánicas circulares— en los que queda atrapada la basura que hemos producido, principalmente plásticos, cuya composición hace que tarden años en fragmentarse en pedazos más pequeños por la acción del sol. El más famoso es el del Pacífico norte, donde se encuentra el “gran parche de plástico del Pacífico” que es una zona de varios millones de kilómetros cuadrados donde, girando indefinidamente, queda atrapada la basura. Aunque la mayor parte de los desechos está en forma de partículas de plástico suspendidas en la columna de agua, muchos objetos son confundidos por tortugas, aves, ballenas y otros animales con alimento y al consumirlos se asfixian o bloquean su sistema digestivo lo que causa su muerte. Otros animales marinos son atrapados por redes de pesca que están a la deriva y otros objetos de plástico como empaques de six-pack de refrescos y cervezas. Los estudios sugieren que entre 15 y 40% del plástico que se tira anualmente acaba en el océano, cantidad preocupantemente alta considerando que parte de este plástico entra a las redes alimenticias y las sustancias químicas que contienen pasan a los tejidos de los peces que consumimos nosotros y otros animales.

### *Fuente de alimento*

La relación de los seres humanos con el mar se remonta probablemente a los primeros grupos que llegaron a la costa. Desde el consumo de animales marinos varados sobre la playa que representan una abundante cantidad de proteína obtenida con poco esfuerzo, pasando por la colecta de moluscos cuyo registro más antiguo data de 165 mil años antes del presente, hasta el desarrollo de artes de pesca que permitieron capturar peces en aguas profundas hace 42 mil años —como lo indican restos de atún y tiburón en Timor Oriental—, el mar ha provisto alimento a diversos grupos humanos. Los pueblos insulares y costeros de todo el mundo han dependido y aún dependen del mar de forma directa para su subsistencia. La necesidad de capturar peces, mariscos y mamíferos marinos llevó al desarrollo de anzuelos, arpones, tram-



*Las aguas del Caribe mexicano son ricas en biodiversidad. Aquí, un pez vela del Atlántico se alimenta de un cardumen de sardinas en las aguas cercanas a Isla Mujeres. Actualmente estos peces atraen a una multitud de turistas quienes buscan observarlos al alimentarse, generando una importante derrama económica en la región. (PO/LSM)*

pas y redes; los mismos instrumentos de pesca continúan en uso miles de años después de su invención, con algunas variantes de forma y materiales en prácticamente todos los grupos humanos que dependen del mar, desde los inuit o esquimales que pescan en huecos en el hielo del océano Ártico congelado, a los romanos en el Mediterráneo —quienes además dejaron como legado numerosos mosaicos mostrando escenas de pesca— o los hawaianos que pescan sobre las rocas de la orilla y en alta mar en el Pacífico.

El descubrimiento y la colonización de Polinesia y otras islas alrededor del mundo están relacionados con la pesca, ya que al desviarse de su ruta por mal tiempo o buscar nuevos sitios de pesca, los pescadores descubrieron nuevas tierras, con lo que la especie humana fue llegando a los sitios más recónditos del globo. Se fundaron pueblos en las costas y por generaciones las familias se alimentaron con los productos provenientes del mar.

Por el pequeño tamaño de los grupos humanos, el agotamiento de los recursos pesqueros capturados con una tecnología rudimentaria se limitaba a las zonas costeras más utilizadas. Con el pasar del tiempo se usaron barcos de mayor calado que, por ejemplo, permitieron cazar de forma más intensa a las ballenas causando la casi extinción de sus poblaciones. Sin embargo, el cambio más importante en la industria pesquera se dio probablemente en los años 1960 cuando las redes, hasta entonces fabricadas con fibras naturales biodegradables, comenzaron a fabricarse de nylon. Las fibras sintéticas reemplazaron los materiales naturales por ser más baratas y fáciles de trabajar, así como más duraderas y de bajo mantenimiento. Notoriamente, permitieron que se fabricaran redes de mucho mayor tamaño, con lo que inició una nueva etapa en la explotación comercial de los recursos pesqueros.

Las zonas pesqueras más productivas se encuentran en las zonas de surgencia, sitios donde el viento empuja el agua superficial y se crea un espacio que a su vez es llenado por agua proveniente del fondo, la cual es fría y rica en nutrientes. En la superficie del mar los nutrientes son escasos porque han sido utilizados por los organismos fotosintéticos que aprovechan la luz solar, pero en el fondo, donde los restos de la flora y fauna marina muerta se descomponen, la ausencia de luz y de organismos fotosintéticos permite la acumulación de nutrientes. Cuando el agua de la profundidad llega a la superficie, estos nutrientes son aprovechados por el fitoplancton, el cual representa el primer eslabón de la cadena alimenticia. El fitoplancton es luego consumido por el zooplancton y de allí hacia arriba en las cadenas y redes alimenticias, ya sea cortas —como sucede con las ballenas que se alimentan directamente del plancton— o muy largas —en el caso de los grandes depredadores marinos como las orcas que cazan leones marinos, los que a su vez se alimentaron de peces cuya dieta se basa en otros peces como sardinas y anchoas.

Las surgencias son frecuentemente estacionales y se encuentran asociadas a fenómenos biológicos extraordinarios: las grandes concentraciones de animales que se dan en ciertas

*La isla Maud es una reserva científica localizada en el extremo norte de la isla sur de Nueva Zelandia. Libre de depredadores, es considerada un santuario de especies raras y endémicas donde se conservan animales extremadamente amenazados como el gecko rayado de la isla de Stephens, la rana de la isla de Maud y el escinco de anteojos. (FL/NGC)*



épocas del año por la hiperabundancia de alimento. Dos especies gigantes del mar, los tiburones ballena y las mantarrayas, se reúnen en concentraciones de cientos de individuos que buscan alimentarse de plancton en el verano cerca de la isla Holbox, en el Caribe mexicano. Otras surgencias son permanentes a lo largo del año y también sustentan una gran biodiversidad marina: en el canal de Ballenas en Baja California se han reportado 16 especies de cetáceos gracias a la surgencia que hace muy productivas las aguas de este canal. En la provincia de El Cabo —en Sudáfrica— y en Isla Guadalupe —en México— se encuentran poblaciones muy abundantes de tiburón blanco, las cuales se alimentan de leones y elefantes marinos que son aún más abundantes gracias a la cantidad de sardinas asociadas a las surgencias.

En el planeta existen cuatro corrientes principales asociadas a surgencias: la de las Canarias —al noroeste de África—, la de Benguela —en Sudáfrica—, la de California —en California y Oregon en Estados Unidos de América— y la de Humboldt —en la costa de Perú y Chile. En estos sitios la alta productividad marina ha permitido el desarrollo de algunas de las pesquerías más importantes del mundo. Además de las surgencias, otros sitios de alta productividad que dan origen a pesquerías importantes son las desembocaduras de los ríos, las lagunas costeras y los manglares.

Gracias a la corriente oceánica de Humboldt, en la costa de Perú existía una importante pesquería de anchovetas. Estas anchovetas eran destinadas a consumo humano, por lo que hasta la década de 1950 el límite de esta pesquería dependía solamente de la demanda para consumo directo. En la década siguiente las anchovetas empezaron a utilizarse para hacer harina de pescado dirigida a la elaboración de alimento comprimido para ganado, aves de corral y peces de granja. Este nuevo mercado estimuló el desarrollo de la pesquería peruana, la cual se convirtió en la mayor del mundo con una captura de 10 millones de toneladas al año; sin embargo, en poco más de una década la sobrepesca y un evento de El Niño colapsaron la pesquería de anchovetas, la cual no se ha recuperado hasta la fecha.

En todo el mundo la sobrepesca está relacionada con el uso de sonares y satélites, el aumento en el número de barcos pesqueros y el uso de redes de nylon, elementos que en conjunto han hecho mucho más efectiva la pesca comercial. En esta problemática destacan las redes de deriva, las cuales se encuentran suspendidas de flotadores en la superficie. A pesar de que casi todos los países prohíben en sus aguas territoriales el uso de redes de deriva con una longitud mayor a 2.5 kilómetros y a que las Naciones Unidas prohibieron también su uso en aguas internacionales, en la práctica se usan redes de hasta 50 kilómetros de longitud y con un tejido más cerrado que captura peces más pequeños. Además, cuando estas redes se dañan, son abandonadas a la deriva transformándose en “redes fantasma”, ya que durante más de un año siguen capturando toneladas de animales marinos sin ningún beneficio para nadie. Otro tipo de red que ha contribuido a la sobrepesca son las redes de arrastre. Como su nombre lo

indica, éstas son arrastradas por los barcos y dependiendo de lo que se busca pescar van cerca de la superficie, en profundidades intermedias o en el fondo marino. En el caso del camarón, las redes de arrastre van por el fondo destruyendo corales y esponjas, levantan sedimentos que alteran la calidad del agua a kilómetros de distancia y vuelven a suspender contaminantes que se han acumulado en el fondo del océano a lo largo de los años, por lo que éstos pueden entrar en la cadena alimenticia. Además de sobreexplotar las especies comerciales, las redes capturan especies que no son utilizadas y son arrojadas de vuelta al mar, lo que se conoce como pesca incidental. Ésta representa de 5 a 20 veces la cantidad capturada de las especies comerciales.

Se estima que debido a la sobrepesca 90% de los individuos grandes de las distintas especies de peces del océano ha desaparecido y la pesca de individuos cada vez más pequeños, a su vez, reduce la capacidad de recuperar las poblaciones. Se considera que 66% de las pesquerías de distintas especies en el mundo se encuentran en un estado de máxima explotación, sobreexplotadas o agotadas, por lo que no hay posibilidades de que se recuperen. Claramente, el colapso de las pesquerías tiene importantes consecuencias para la humanidad en general y no sólo para los 200 millones de personas que trabajan en la industria pesquera en el mundo. Las pesquerías tienen gran impacto en la seguridad alimentaria global: la producción mundial de peces supera la combinada de ganado y aves de corral, y es la principal fuente de proteína animal —silvestre o doméstica— para 4 mil millones de personas en el mundo, la mayoría habitantes de países en desarrollo que no tienen posibilidad de obtener proteínas de otras fuentes.

Por otro lado, el consumo humano de peces que se encuentran en la cima de la cadena alimenticia —es decir, carnívoros que se alimentan de otros peces— tiene un mayor costo ambiental. En cada eslabón de la cadena alimenticia se pierde alrededor de 90% de la energía almacenada en ese alimento. Para producir un kilo de concentrado de pescado destinado a alimentar los peces de granja —como el salmón— se requieren 4.5 kg de peces pequeños como sardinas, y para producir un kilo de atún de granja se requieren hasta 25 kilos de alimento marino basado en calamares, macarelas y anguilas. Si en lugar de alimentarnos de los peces de la cima de la cadena alimenticia consumiéramos más especies pequeñas, como sardinas y anchoas, la demanda de pescado se reduciría a sólo la décima parte de su nivel actual.

Una razón adicional para reconsiderar el consumo de especies grandes de peces es la contaminación por mercurio. Diversas actividades humanas —como el uso de combustibles fósiles— generan contaminación por metales pesados, incluyendo mercurio, que son transportados por el aire y caen a ríos, lagos y océanos. En el agua, el mercurio se transforma en mercurio metílico y es ingerido por los peces. Entre más arriba en la cadena alimenticia se encuentre una especie de pez, habrá consumido una mayor cantidad de peces de menor tamaño a lo largo de más tiempo, acumulando el mercurio metílico en sus músculos y otros tejidos. Si un ser humano ingiere mercurio metílico en cantidades superiores a los límites

permitidos, se enfrenta a serios riesgos de salud, como la posibilidad de daños neurológicos en fetos en formación y niños en crecimiento. La Administración de Alimentación y Drogas de los Estados Unidos de América recomienda que las mujeres embarazadas, las que están amamantando y los niños menores de 15 años no consuman especies de pescado con alto contenido de mercurio, tales como tiburón/cazón, pez espada, caballa y blanquillo camello, así como no consumir más de 170 gramos a la semana de especies como el atún, marlín, mero o sierra, entre otros.

El explorador de los océanos Jacques-Yves Cousteau proponía en 1973 establecer granjas de peces en alta mar para alimentar a la creciente población humana, pero en sólo 40 años esta esperanza parece haberse esfumado. Con la entrada de los plásticos y otros contaminantes a las cadenas alimenticias de las que dependemos, el futuro del mar como alternativa de sustento para la humanidad es incierto.

Sylvia Earl, afamada oceanógrafa, ha sugerido que debemos dejar de comer pescado del todo debido a que los peces y animales marinos no sólo sirven para alimentar a los seres humanos, sino que tienen diversas funciones que permiten mantener los ecosistemas marinos y en algunos casos también los terrestres. El papel de estos organismos va frecuentemente más allá de las costas, como en el caso de los salmones que nadan decenas de kilómetros corriente arriba por ríos y arroyos para desovar, proveyendo alimento a animales como los osos y fertilizando con sus cuerpos los arroyos, o en el caso de las aves marinas que defecan tierra adentro, llevando nutrientes al interior de los continentes e islas. Con una población mundial de 7 mil millones de personas que sigue creciendo, nuestras decisiones de consumo tienen consecuencias a escala planetaria. Podemos cambiar nuestros hábitos y reducir el impacto que tenemos en los recursos del planeta, o seguir el mismo camino y ser corresponsables de la desaparición de muchas especies.

Afortunadamente, existen experiencias en las que los pescadores, con base en su profundo conocimiento del mar y su interés en conservar los recursos de los que dependen ellos y sus familias, han desarrollado una relación cercana y respetuosa con los animales marinos. Por ejemplo, en Laguna, Brasil, algunos delfines silvestres cooperan con los pescadores en la captura del mujol. En esta zona las aguas turbias impiden a los pescadores ver los bancos de

peces y, por lo tanto, saber con certeza dónde y cuándo arrojar sus redes, pero para los delfines, que utilizan la ecolocalización, encontrar a los peces no representa ningún problema. Los pescadores esperan entonces a que los delfines acerquen los mujoles a la orilla y les indiquen —mediante ciertos movimientos con la cabeza o golpes con la cola— el momento preciso de tirar las redes, con lo que la captura es, con mucho, más alta que si pescaran solos. Éste es sólo un ejemplo de muchos de una interacción positiva entre los seres humanos y la vida marina.

La vida en la Tierra surgió en el océano hace cuatro mil millones de años y, desde entonces, ha mantenido una influencia constante en la vida del planeta. Además de la importancia que tiene en la regulación del clima, en la distribución de las especies, en el comercio y en la alimentación humana, el mar es una parte esencial de los seres humanos. Incluso para aquellas personas que viven lejos del mar, verlo por primera vez representa una experiencia de vida. Los mares y océanos seguirán aquí mucho tiempo después de que nuestra especie haya desaparecido, pero depende de nosotros que la mayor parte de los seres que los habitan sigan aquí, junto con nosotros, durante las generaciones venideras.



*El golfo de California, en México, es una de las regiones marinas más biodiversas, lo que le ha ganado ser llamado "el acuario del mundo". Entre sus especies endémicas y en grave riesgo de extinción están la totoaba —pez cuya carne es altamente valorada— y la vaquita marina —pequeño delfín. La sobreexplotación pesquera constituye el mayor problema en este paraíso natural, por lo que resulta urgente regular esta actividad. (OA)*



*El Índico*



*El océano Índico es el tercero del mundo por su extensión con 73 427 000 kilómetros cuadrados. Sus costas vieron el origen de las primeras civilizaciones —como la egipcia y la mesopotámica en los alrededores del mar Rojo y la península arábiga—, así como algunas de las rutas comerciales marinas más antiguas. En la actualidad aloja a los puertos con mayor tráfico del planeta. Su posición principalmente meridional hace de éste un océano cálido, por lo que su productividad de fitoplancton, la base de las cadenas alimenticias marinas, es reducida en comparación con el resto de los océanos y carece de grandes pesquerías. Se estima que 40% de las reservas de petróleo del mundo se encuentran en este océano, por lo que es el que contiene una mayor cantidad de hidrocarburos.*



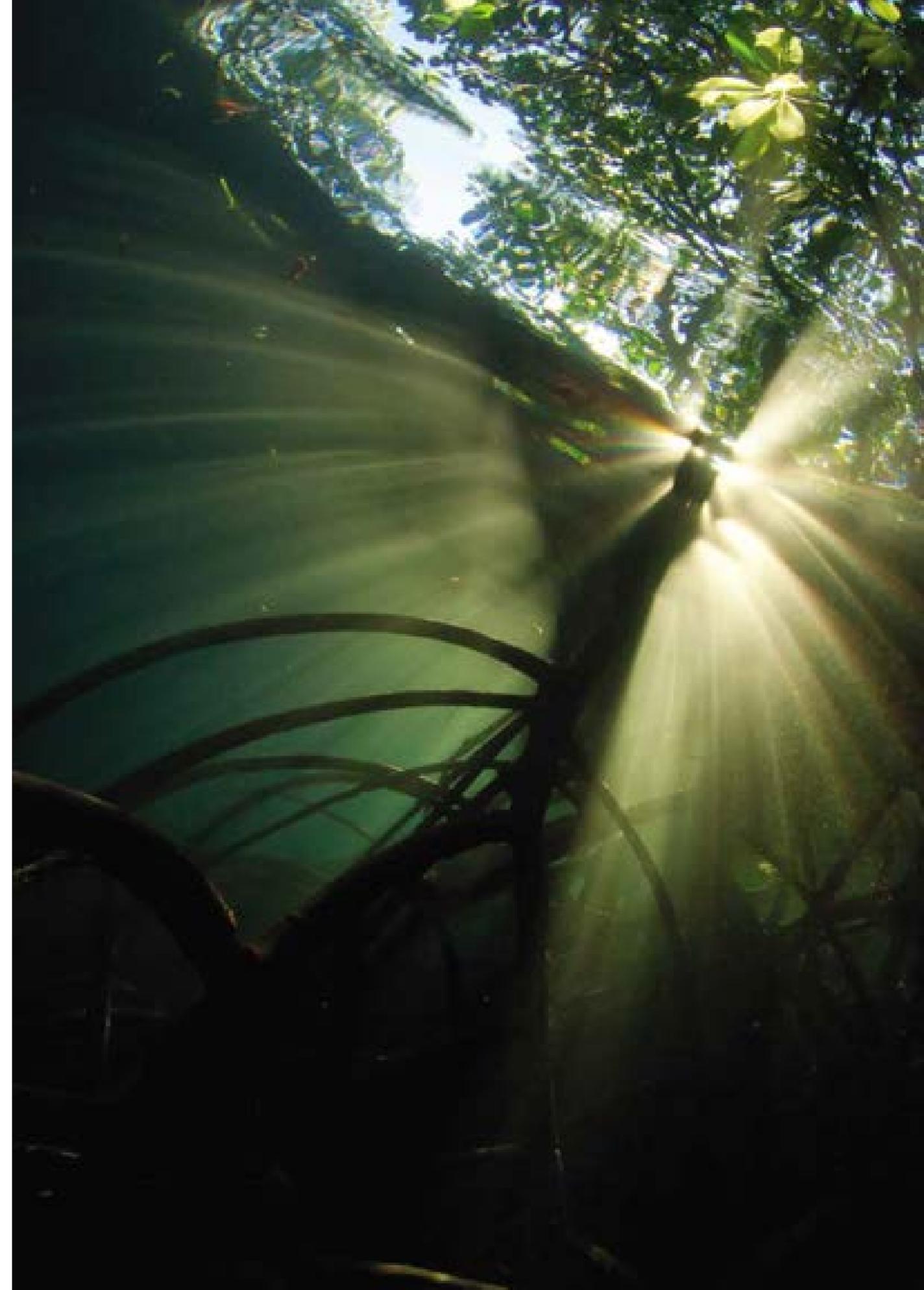
PÁGINA 138 El Parque Nacional Ao Phang Nga se encuentra en el sur de Tailandia. Su vegetación se compone de manglares en las costas y bosques tropicales en tierra firme. Sus costas bordean las aguas del mar de Andamán donde se encuentran arrecifes de coral de los mejor conservados de nuestro planeta, además de grandes extensiones de pastos marinos y valles marinos de profundidad, lo que le da a esta región una biodiversidad excepcional. (EJ/NPL)

PÁGINA 140 El dragón de mar foliáceo es un pariente cercano de los caballitos de mar. Este peculiar pez habita en las aguas del océano Índico, particularmente en las costas sur y este de Australia, en áreas arenosas con presencia de algas y pastos marinos entre 4 y 30 metros de profundidad, donde se confunde con pedazos de alga flotantes. Su dieta se compone de pequeños crustáceos y peces en estado larvario, a los que absorbe con su trompa. (JW/NGC)

La región conocida como Costa Salvaje se localiza en la provincia oriental de El Cabo, en Sudáfrica. Cuenta con 250 km de accidentada costa constantemente sometida a los embates del océano. (DP/SP)

*La isla de Madagascar (República de Madagascar) se localiza frente a la costa este de Sudáfrica. El Parque Nacional Masoala, en el noroeste de esta isla, es el área protegida de mayor tamaño del país e incluye bosques tropicales y áreas marinas. El principal atractivo de sus aguas son los arrecifes de coral con especies multicolores donde se reproducen y alimentan numerosas especies de interés comercial. (AH/NPL)*





*La reserva marina Ponta Du Oro es una de las pocas reservas de este tipo que abarca dos países. Se encuentra en la zona fronteriza entre Mozambique y Sudáfrica, e incluye más de 600 km<sup>2</sup> de zonas terrestres y marinas. Se trata de uno de los sitios más importantes para la anidación de la tortuga laúd y es considerada un sitio Patrimonio de la Humanidad. Sus costas, al igual que las de otras áreas tropicales, cuentan con una importante cobertura de manglares. (TPP/NGC)*



*La República de Seychelles es un archipiélago formado por 115 islas ubicadas al noreste de Madagascar, en las costas africanas. Su espectacular biodiversidad y su belleza, además de ser importantes desde el punto de vista biológico, son fundamentales para las actividades económicas locales. Esta pequeña nación depende enteramente del turismo y de la pesca de atún, por lo que el mantenimiento de éstos en el largo plazo es crítico. (MH/BP)*





PÁGINA 150 Las aguas de Tanzania albergan el atolón de Aldabra, el segundo más grande en nuestro planeta. Está compuesto por cuatro islas oceánicas que en conjunto forman un anillo. Su unicidad y excelente estado de conservación le han ganado ser declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO. En este atolón se encuentran poblaciones de tortuga verde, tortuga Carey e incluso una tortuga terrestre endémica: la tortuga gigante de Aldabra. (WM/LSM)

La isla Pate es la más grande del archipiélago Lamu, en las costas del norte de Kenia, cerca de la frontera con Somalia, en África. Las costas de esta isla se caracterizan por estar prácticamente cubiertas por densos manglares, con pocas playas descubiertas. En sus aguas habitan especies carismáticas como delfines y dugones, además de arrecifes coralinos. (MSY/NGC)



*El Parque Nacional Ras Muhammad, en Egipto, se localiza en el extremo norte de la península de Sinaí, y es adyacente al Canal de Suez, al oeste, y al golfo de Aqaba, al este. Este parque alberga importantes arrecifes de coral y es conocido como uno de los mejores diez lugares del mundo para practicar el buceo. Es tal la derrama económica de esta actividad que la pesca comercial fue prohibida por los efectos negativos que tendría sobre el ecosistema y la actividad turística. (DD/INGC)*



*Las aguas de Abu Dabab, en el mar Rojo en Egipto, son el hogar del dugón o vaca marina (que no debe confundirse con la vaquita marina mexicana). A diferencia de sus parientes los manatíes, éste habita estrictamente en el mar, lo que lo convierte en el único mamífero marino estrictamente herbívoro. Por lo mismo, depende de grandes extensiones de suelo cubiertas de pastos marinos. Aunque es una especie protegida se encuentra en riesgo debido a la cacería ilegal, los accidentes con artes de pesca y la destrucción de su hábitat. (WPI/SP)*



*Sin agua no hay vida,  
sin azul no hay verde.*

*SYLVIA EARLE*



PÁGINA 156 El estrecho de Tiran es un delgado pasaje marino entre la península de Sinaí y la península arábiga, misma que separa al golfo de Aqaba del mar Rojo. Aquí se encuentran algunos de los arrecifes mejor conservados del mar Rojo, el arrecife Jackson en el extremo norte, el Woodhouse y Thomas en la parte central y el arrecife Gordon al sur. (DD/INGC)

PÁGINA 158 La isla Vaadhoo, en las islas Maldivas, es famosa mundialmente por el luminoso fenómeno que ocurre en sus playas. La luz en las aguas de estas playas es generada por millones de microorganismos que forman parte del plancton.

Éstos son capaces de generar brillo mediante reacciones químicas que transforman la energía química en luminica. No sólo los microorganismos son capaces de esto, pues hay ejemplos de bioluminiscencia en peces, insectos, hongos y equinodermos. (DP/NPL)

La República de las Maldivas se encuentra en el océano Índico a 450 km de las costas de India y se compone de 26 atolones (islas coralinas) principales y más de 1 200 islas menores. Esta república es uno de los sitios más amenazados por los embates del calentamiento global, ya que se estima que el aumento en el nivel del mar cubrirá por completo su territorio en el corto plazo. (JD/INGC)





A 120 km de las costas al noroeste de Australia se encuentran las islas Laccpede. Se trata de un conjunto de cuatro islas que ocupan en total una longitud de 12 km. Son importantes debido a que numerosas especies de aves marinas las utilizan como sitio de anidamiento, además de ser el sitio más importante para el anidamiento de la tortuga verde en Australia. (DD/INGC)

Peces perico de Singapur se alimentan de corales en las aguas del mar de Andamán. (GD/NPI)



IZQUIERDA El Parque Nacional Port Campbell en Victoria, Australia, posee vistas impresionantes gracias a la presencia de enormes estructuras de roca esculpidas por las olas durante cientos de años. Los Doce Apóstoles es quizá la más famosa de éstas, atrayendo turistas de todo el mundo. (GD/LSM)

ARRIBA La Bahía Tiburón, al extremo oeste del continente australiano, contiene un rico ensamble de ecosistemas. Aquí se encuentran los mayores pastizales marinos del mundo donde "pastan" los dugones. También es hogar de una de las mayores colonias de estromatolitos y alberga cinco especies de mamíferos amenazados. (FL/NGC)



*El Pacífico*



*El océano Pacífico es el mayor del mundo, pues ocupa más de 165 millones de kilómetros cuadrados, lo cual representa un tercio de la superficie de la Tierra. Aquí se encuentra el punto de mayor profundidad, la Fosa de las Marianas, cuyo fondo se encuentra a 10 911 metros bajo la superficie. Aunque la mayor parte de sus costas e islas han estado habitadas desde hace cientos a miles de años, fue avistado por primera vez por los europeos en 1513 y pocos años después bautizado por Fernando de Magallanes como Pacífico. Sus aguas unen a 42 países y por su extensión aloja las islas más remotas del planeta. En este océano se encuentra la Gran Barrera de Coral, ubicada frente a las costas de Queensland al noreste de Australia, que con 2 300 kilómetros de longitud es la mayor formación de arrecifes del mundo, visible desde el espacio. Desgraciadamente, en estas aguas también se encuentra la concentración de basura más grande del mundo, el “gran parche de plástico del Pacífico”, donde corrientes circulares —o giros— colectan y mantienen desechos producidos en los países bañados por sus aguas.*

*Este océano es conocido también por presentar, en intervalos irregulares, la corriente cálida conocida como El Niño. Ésta desvía la corriente de Humboldt, normalmente fría, y provoca la reducción de la productividad marina causando el colapso de las pesquerías de Perú y Chile, y alterando el tiempo y la producción alimentaria en una parte importante del continente americano.*

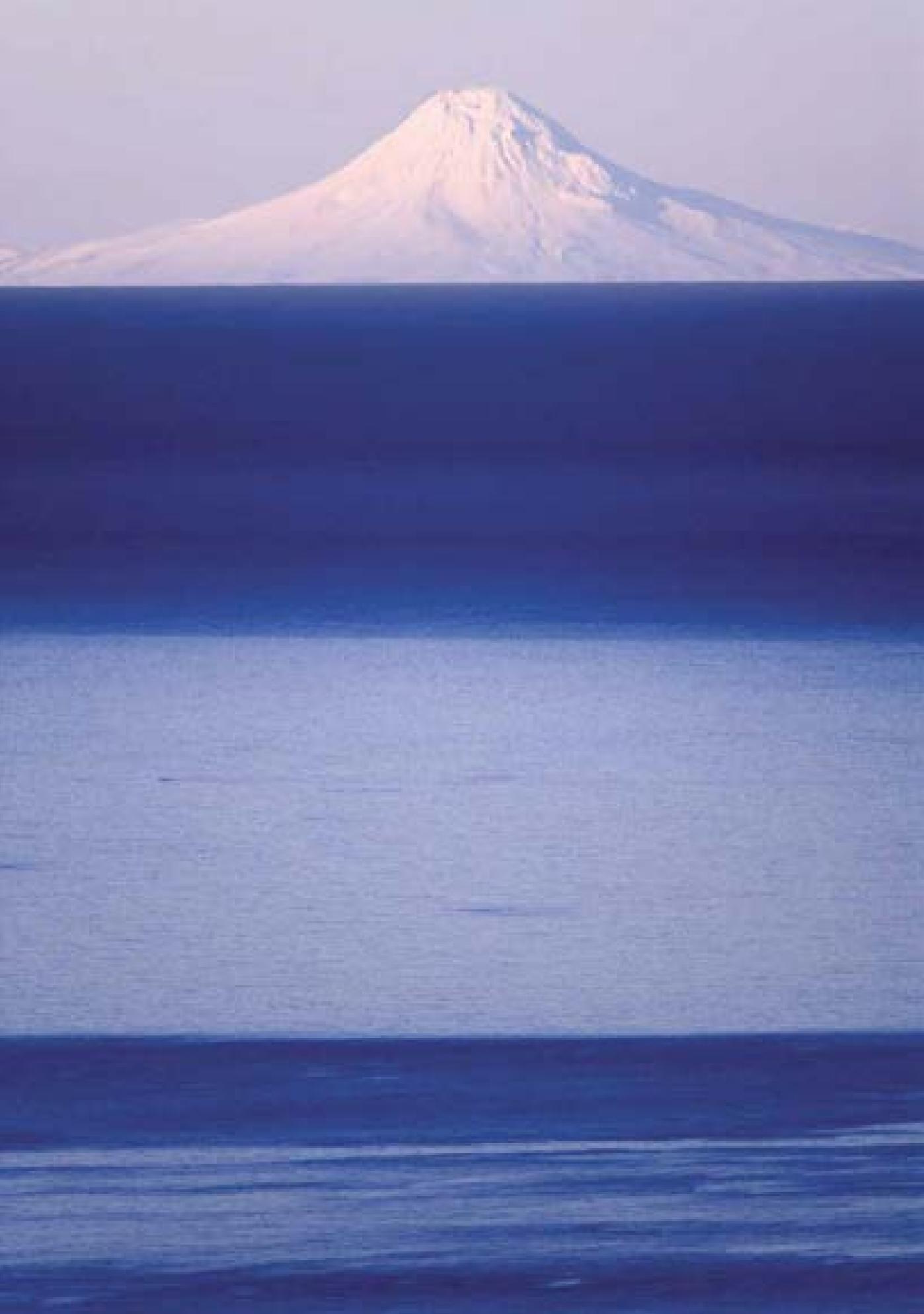


PÁGINA 166 El archipiélago de las islas Roca o Chelbacheb se encuentra en el país de Palaos, compuesto por cerca de 300 pequeñas islas. Éstas son realmente arrecifes de coral y, como prueba de ello, el material de sus suelos es piedra caliza. El archipiélago se encuentra prácticamente deshabitado pero sus bosques, playas y arrecifes atraen visitantes durante todo el año. (MT/NGC)

PÁGINA 168 Las cálidas aguas de las islas hawaianas ofrecen refugio a cerca de 10 000 ballenas jorobadas durante el invierno. Si consideramos que esta especie cuenta con un estimado de 21 000 individuos, las aguas que rodean a este archipiélago volcánico del Pacífico es por demás importante para la conservación en el largo plazo de esta carismática ballena. (DF/NPL)

IZQUIERDA La isla japonesa de Hokkaido es la más norteña de las cuatro islas principales de Japón. Se encuentra limitada al oeste por el mar de Japón, al norte por el mar de Okhotsk y al este y sur por el océano Pacífico. (VU/NPL)

ARRIBA El águila marina de Steller es la mayor de las águilas marinas con una envergadura de hasta dos metros y un peso de 9 kg; habita en Corea, Japón y el extremo este de Rusia, principalmente en la península de Kamchatka. (BC/NPL)



IZQUIERDA El volcán Augustine se encuentra al sur de la Boca de Cook en la península de Kenai, en Alaska. Éste es el volcán más activo del Arco Aleutiano y su última erupción catastrófica fue registrada en 1883 cuando grandes secciones de su domo colapsaron. (ASI/NGC)

ARRIBA Las orcas son una especie de mamífero marino cosmopolita, es decir, que habita prácticamente en todos los océanos y mares; es la segunda especie más ampliamente distribuida, sólo detrás de los seres humanos. Son espectaculares cazadoras y representan el tope de la cadena alimenticia. (MM/NGC)







PÁGINA 174 El océano Pacífico tiene más islas que cualquier otro océano del mundo, pues cuenta con 20 000 a 30 000 de ellas. Hasta hace pocos siglos las actividades humanas estaban limitadas a las áreas continentales, lo que permitió que algunas islas se mantuvieran excepcionalmente bien conservadas. La isla de Vancouver, por ejemplo, es un santuario de vida silvestre que destaca por su abundancia de ballenas, focas, nutrias y leones marinos. (PN/NGC)

PÁGINA 176 Durante el verano las gélidas aguas de las costas de Alaska suben su temperatura hasta 10 °C. A pesar de parecer frías en comparación con las cálidas aguas de la zona ecuatorial del Pacífico cuya temperatura oscila entre 25 y 30 °C, estas zonas también se llenan de vida y formas sorprendentes. (FB/NPL)

PÁGINA 177 Los bosques de kelp son comunes en las costas templadas del Pacífico. Estos bosques, formados por algas que pueden crecer hasta un metro por día y crecer varias decenas de metros hasta ser limitadas por la superficie, son sumamente productivos. En ellos, toda una comunidad de animales se establece formando una red alimenticia que incluye seres microscópicos y algas que alimentan a pequeños invertebrados y vertebrados, los cuales a su vez alimentan a vertebrados más grandes como las mantarrayas y tiburones. (PC/SP)

La intensa actividad de la corteza terrestre en las costas de California se conjunta con el mar formando grandes acantilados y playas rocosas. La costa dorada, como también se le conoce a la costa californiana, hace honor a su nombre cuando al atardecer los rayos del sol iluminan los acantilados y contrastan con el azul del mar y del cielo. (CC/LSM)





PÁGINA 180 El océano Pacífico cubre y rodea con sus tranquilas aguas la zona volcánica más activa del planeta. Volcanes como los de Hawái están en constante erupción y hacen crecer lentamente el tamaño de las islas. El crecimiento de una isla va acompañado del violento choque entre la lava incandescente y el agua del mar, pero dentro de algunas décadas, estas nuevas porciones de roca tendrán un aspecto tranquilo que será aprovechado por una gran diversidad de plantas y animales que encontrarán su hogar por encima y debajo de la superficie marina. (SA/NGC)

IZQUIERDA Después de las erupciones, el suelo con gran cantidad de cenizas volcánicas es el terreno ideal para que plantas y animales colonicen estas nuevas áreas. Gradualmente estas tierras desnudas comienzan a cubrirse de vida y durante las siguientes décadas plantas traídas por corrientes marinas o por aves se establecen en estos suelos fértiles para, paulatinamente, formar islas de vegetación en medio del océano. (FL/NGC)

ARRIBA Las focas integran un grupo de mamíferos cuyos ancestros, al igual que los de ballenas y delfines, dejaron la tierra firme hace millones de años para encontrar en los mares del mundo primitivo un lugar donde alimentarse y protegerse. En Hawái la foca es conocida por los nativos como ilio-holo-i-ka-uaua, nombre que significa "perro que corre en aguas turbulentas" y que alude a la transición de la tierra al mar de estos animales. (DP/SP)





PÁGINA 184 Los tiburones recorren incansablemente las aguas del Pacífico pero también buscan aprovechar la enorme diversidad de peces e invertebrados que vive en los arrecifes coralinos cerca de las costas. Por ello, la presencia de tiburones es una señal de la buena salud de los mares. El arrecife de Kingman, ubicado entre Hawái y Samoa, justo sobre la línea del Ecuador, es uno de los lugares marinos más preservados donde se observan las mayores concentraciones de tiburones de arrecifes del mundo. (BJS/NGC)

Conforme nos acercamos al Ecuador, la temperatura del agua marina se vuelve más estable a lo largo del año, mientras que la humedad y precipitación aumentan en las zonas de tierra firme. En Costa Rica, el Parque Nacional El Corcovado es uno de los sitios más famosos y accesibles para la observación de vida silvestre. Aquí, cada año al menos 5 000 mm de precipitación nutren los bosques tropicales y los ríos, de donde el agua regresa al mar para cerrar el ciclo que mantiene vivo al planeta Tierra. (MPF/LSM)



*Perdido en la inmensidad del Pacífico, el archipiélago volcánico de las Galápagos es un sitio de gran actividad geológica. Las 13 islas y más de 100 islotes que lo conforman se han enfrentado por millones de años a la fuerza de las olas que lentamente han ido desgastando y convirtiendo estas grandes masas de roca en arena, la cual es trasladada por las corrientes marinas a playas y bahías de otras regiones del Pacífico. (FL/NGC)*



ARRIBA Cientos de volcanes actualmente activos se encuentran bajo la superficie marina. Gracias a la acumulación de magma en sus laderas, que se transforma en roca sólida al contacto con el agua, van incrementando su tamaño hasta sobresalir por encima de la superficie y formar islas. Los mares del Pacífico se caracterizan por un elevado número de archipiélagos e islas formados durante siglos de intensa actividad volcánica. (FL/NGC)

DERECHA Las aves capaces de emprender vuelos de varios días son capaces de localizar y colonizar naturalmente islas a cientos de kilómetros de la costa donde ningún otro animal, excepto el humano, puede llegar. La fragata magnífica, de más de dos metros de envergadura, puede volar días enteros sin parar –incluso dormir mientras vuela– utilizando las corrientes aéreas que recorren el océano Pacífico. (OJ/NPL)



*La iguana marina de las islas Galápagos es la única iguana adaptada a la vida en el mar, donde se alimenta exclusivamente de algas que crecen en el fondo rocoso. Una vez que ha comido, pasa gran parte del tiempo tomando el sol en las piedras de origen volcánico. La comunidad de las islas Galápagos es un laboratorio viviente que muestra los efectos del aislamiento sobre las formas de vida que en ella habitan. (PS/NPL)*



*Al sur de la línea del Ecuador los climas tropicales continúan hasta Colombia, Ecuador y Perú. En estos mares la salinidad es menor debido a la elevada precipitación que baña los bosques húmedos en las costas del Pacífico sudamericano. En la selva de El Darién, uno de los sitios más lluviosos del planeta, caen cada año más de 9000 mm de precipitación, lo que forma ríos y lagunas costeras que conectan el mar con la tierra. (AW/NPL)*

*Las condiciones en la costa americana cambian drásticamente con la imponente presencia del desierto de Atacama al sur de Perú. A pesar de encontrarse en una costa, el desierto más seco del mundo no recibe humedad debido a que las temperaturas en esta región son más bajas, lo que no permite evaporar suficiente humedad para transportarla tierra adentro. Esta unión del desierto chileno y las aguas del Pacífico muestra el gran efecto que puede tener el mar en las áreas continentales. (TR/LSM)*



*La mayor concentración de islas en el Pacífico sur se encuentra en la costa occidental del extremo sur del continente americano. El gran número de islas se debe a la prolongación de la cordillera de los Andes que gradualmente se sumerge en los mares australes, dejando las cumbres y partes elevadas rodeadas por las aguas y formando cientos de islotes y archipiélagos. (BW/NGC)*



*Durante el verano las corrientes marinas arrastran nutrientes hacia los mares australes favoreciendo el crecimiento y reproducción masiva de algas y organismos microscópicos que son la base de la cadena alimenticia. La alta productividad de las aguas australes, superior a la de otros mares, permite la existencia de grandes poblaciones de peces y ballenas, así como el desarrollo de pesquerías como la de Nueva Zelandia. (FN/LSM)*

*PÁGINA 200 El movimiento de las placas tectónicas y las fluctuaciones del nivel del mar han sido factores importantes en el aislamiento y la diversificación de fauna en las islas que se han formado, inundado y desecado en repetidas ocasiones a lo largo de la historia del planeta. Por ejemplo, Nueva Zelandia se comenzó a separar de Australia hace 60 millones de años llevando consigo la flora y fauna que en ese momento dominaba dicha región terrestre. Con los siglos, la fauna antes compartida con Australia sufrió cambios que le permitieron adaptarse a las nuevas condiciones, apareciendo especies únicas que en la actualidad sólo se encuentran en esta región del Pacífico. (MM/NGC)*



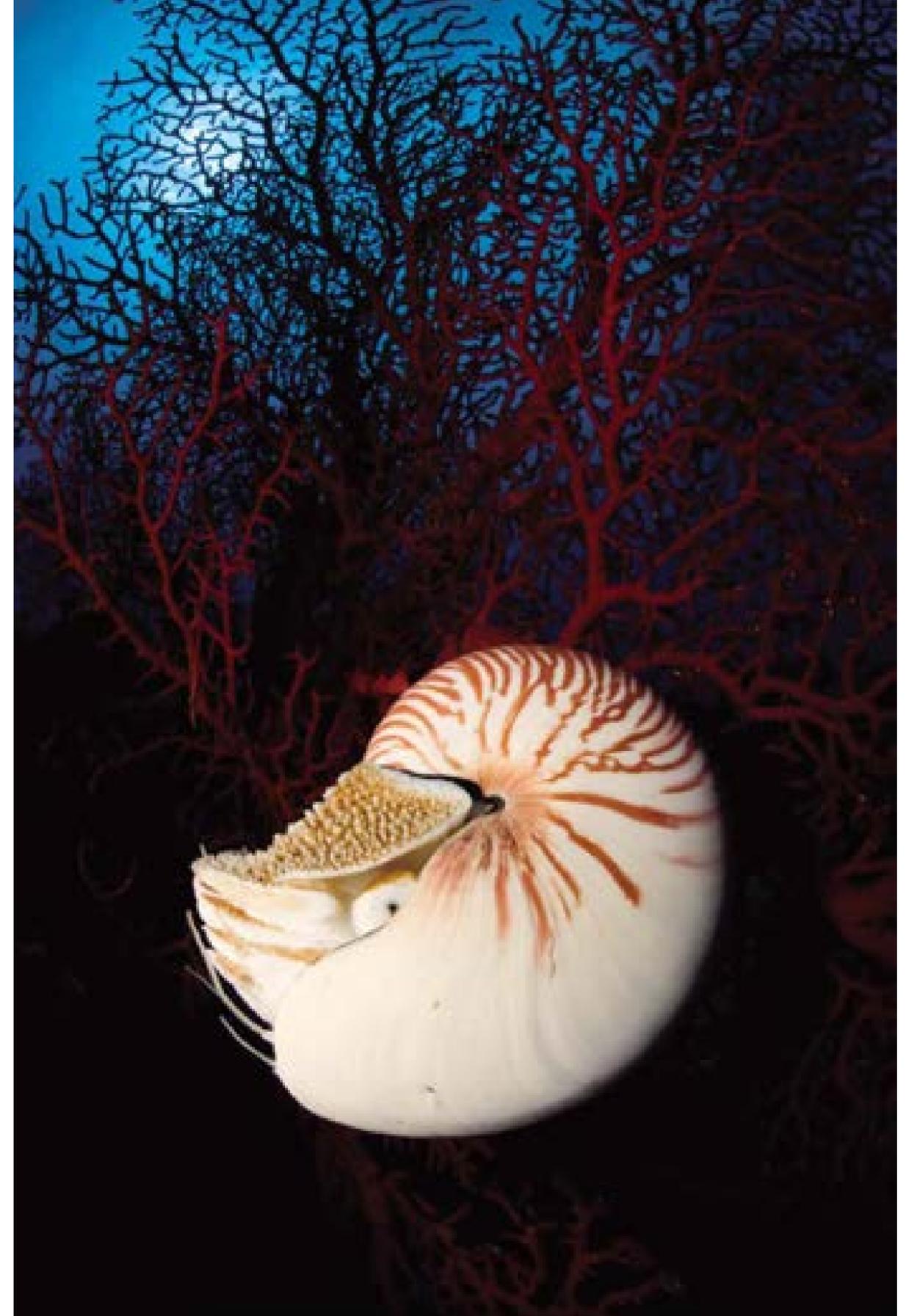


ARRIBA Incluso en nuestros días el océano sigue encerrando numerosos misterios para la humanidad, pues sabemos muy poco de las formas de vida que habitan en aguas abiertas o en las profundidades marinas. Animales extraordinarios como el nautilo han estado presentes por millones de años en los mares del hemisferio sur, logrando mantenerse alejados del ser humano en las inmensidades del océano Pacífico. (DP&EPC/LSM)

DERECHA El pez mano o pez con manos se encuentra adaptado a vivir en el fondo de aguas poco profundas. En lugar de nadar como el resto de los peces, este organismo usa sus aletas pectorales y ventrales para "caminar" en el fondo de aguas poco profundas. Como ésta, hay cientos de especies únicas en los mares suroccidentales del Pacífico. (AM/NPL)

PÁGINA 204 En las aguas del océano Pacífico se encuentra la barrera de coral más grande del mundo, visible desde el espacio exterior. Este conjunto de arrecifes ha crecido durante 25 millones de años y gracias a las fluctuaciones del nivel del mar han quedado al descubierto grandes porciones, dando origen a más de 900 atolones –islas formadas por el coral– a lo largo de los 2.300 km en los que se extiende. Esta región ha sido de gran importancia para las sociedades humanas, desde los primeros habitantes de Australia hasta las ciudades modernas, pues el arrecife representa una fuente de alimento y, en la actualidad, de numerosos servicios turísticos. (IA/NPL)





ARRIBA Los corales son invertebrados marinos que pueden estar o no asociados con algas que, en zonas de baja profundidad adonde llega la luz solar, les proveen de energía. Los corales se fijan al estrato marino y secretan carbonato de calcio que gradualmente forma un esqueleto; posteriormente, nuevas generaciones de corales siguen contribuyendo al crecimiento de la estructura de calcio. La Gran Barrera de Coral, frente a las costas de Australia, ha sido formada por millones de generaciones de más de 400 especies de corales. (DD/NGC)

DERECHA Las condiciones estables de temperatura en los mares tropicales han permitido que algunas formas de vida se mantengan prácticamente iguales a lo largo de millones de años. Los nautilos, al igual que los corales, han sido testigos del surgimiento y extinción de miles de especies, ya que han estado presentes por más de 500 millones de años en los mares del planeta. (F/NPL)





PÁGINA 208 El archipiélago de Raja Ampat, ubicado en el extremo suroeste del océano Pacífico, se conforma por más de 1 500 islas y es uno de los sitios más diversos del planeta. Esta diversidad biológica mantiene a más de 120 millones de personas que viven de la pesca comercial y del turismo. Se estima que los servicios provistos por esta región generan cerca de 6 mil millones de dólares anualmente. (TM/NPL)

ARRIBA El pez león o pez escorpión cuenta con características que le permiten camuflarse entre los corales y sorprender a peces e invertebrados de los que se alimenta. Se trata de una especie muy común en los acuarios y, desafortunadamente, ha sido liberada en los mares tropicales de otras regiones, incluyendo el Caribe mexicano, donde se ha vuelto una especie invasora que depreda a los peces nativos. (TL/NPL)

DERECHA En el extremo suroeste del océano Pacífico, donde las aguas se mezclan con las aguas del océano Índico, se unen dos regiones faunísticas muy diferentes. En esta región se localiza el llamado Triángulo de Coral, entre Indonesia, Malasia, Filipinas, Papúa Nueva Guinea y las islas Salomón. Esta área concentra la mayor diversidad marina del planeta con más de 3 000 especies de peces y 500 de corales. (F/NPL)





*El dragón de Komodo es un emblemático reptil del sureste asiático. Confinado a las islas de Indonesia, es descendiente directo de los reptiles gigantes que habitaron Indonesia y Australia durante el Pleistoceno y que se dispersaron cuando los niveles del mar descendieron durante la última glaciación. Al término de la era glacial los mares subieron nuevamente y dejaron aisladas las poblaciones de este dragón, lejos de los mamíferos que desplazaron a los grandes reptiles en el resto del mundo. (SB/LSM)*

*El archipiélago de Indonesia es el más grande del planeta, conformado por 17 000 islas de todos tamaños. A pesar de este gran número de islas, el dragón de Komodo se distribuye principalmente en las de Komodo, Rinca, Gili Montong y algunas regiones de Flores, en donde se estima hay una población de 5 000 dragones. (CR/LSM)*



*Las estrellas de mar son un grupo muy antiguo, presente en el planeta por al menos 400 millones de años. Durante este tiempo se han adaptado a múltiples condiciones, diversificando sus formas, tamaños y tonalidades. Comúnmente rojas, naranjas, azules, grises o cafés, sus brillantes colores les permiten camuflarse o asustar a sus posibles depredadores. Tienen una asombrosa capacidad de regenerar sus brazos en caso de perder alguno de ellos. (BW/LSM)*

*PÁGINA 216 Sin duda los arrecifes de coral son los ecosistemas más coloridos del planeta. Esta riqueza de colores probablemente esté asociada a las estrategias de protección ante los depredadores: los peces pueden camuflarse entre los corales o bien anunciar que son tóxicos o capaces de causar algún daño. (AM/NPL)*

*Todavía hay algunas ballenas azules. Todavía hay kril en la Antártida.*

*Todavía hay algunos ostiones en la bahía de Chesapeake. La mitad de los arrecifes de coral están en buenas condiciones, un cinturón enjoyado alrededor de la mitad del planeta. Todavía hay tiempo, pero no mucho, para cambiar las cosas.*

*SYLVIA EARLE*





IZQUIERDA Así como muchos peces cuentan con coloraciones que les permiten esconderse de los depredadores, éstos también han adoptado una estrategia similar para acechar a sus presas. Entre los organismos campeones del camuflaje están los pulpos, capaces de cambiar de color y formar en su piel patrones sorprendentes similares a los estratos rocosos y reflejos marinos. (AM/NPL)

ARRIBA Las serpientes australianas son otro grupo de animales terrestres que colonizaron las aguas, lo que les permitió aprovechar el alimento disponible en los mares tropicales del Pacífico sur. La serpiente marina de cabeza negra es capaz de soportar la salinidad del mar y aguantar hasta ocho horas bajo el agua en busca de alimento. (FB/SP)



IZQUIERDA El océano Pacífico limita al oeste con las costas de China. Este país cuenta con la ciudad más poblada del mundo, pero también es el tercer lugar a nivel mundial en cuanto a diversidad biológica. Los mares de China se caracterizan por mantener una alta riqueza de especies resultado del intercambio de organismos entre el océano Índico y el océano Pacífico. (BH/NGC)

ABAJO La isla de Borneo, la tercera isla más grande del planeta, contiene el bosque tropical más antiguo del mundo, considerado uno de los sitios más diversos. En esta isla se han registrado 6000 especies de plantas y al menos 100 especies de vertebrados que sólo habitan aquí. (MS/LSM)





IZQUIERDA El Triángulo de Coral tiene la diversidad de peces de arrecife más alta del mundo. Entre ellos se encuentran especies de extravagantes formas que les permiten esconderse y confundirse entre los corales. El pez fantasma arlequín cuenta con un cuerpo equipado con el camuflaje idóneo para pasar desapercibido ante los ojos de los depredadores más observadores. (HH/SP)

ARRIBA En los mares entre Indonesia, Filipinas y Papúa Nueva Guinea existe un canal que conecta las aguas del océano Pacífico con las del océano Índico y que propició un intercambio de fauna entre ambos. Esta mezcla de corales, peces e invertebrados favoreció una extraordinaria variación morfológica impulsada por las nuevas interacciones y condiciones marinas. (arriba BJS/NGC; abajo DRS/SP)



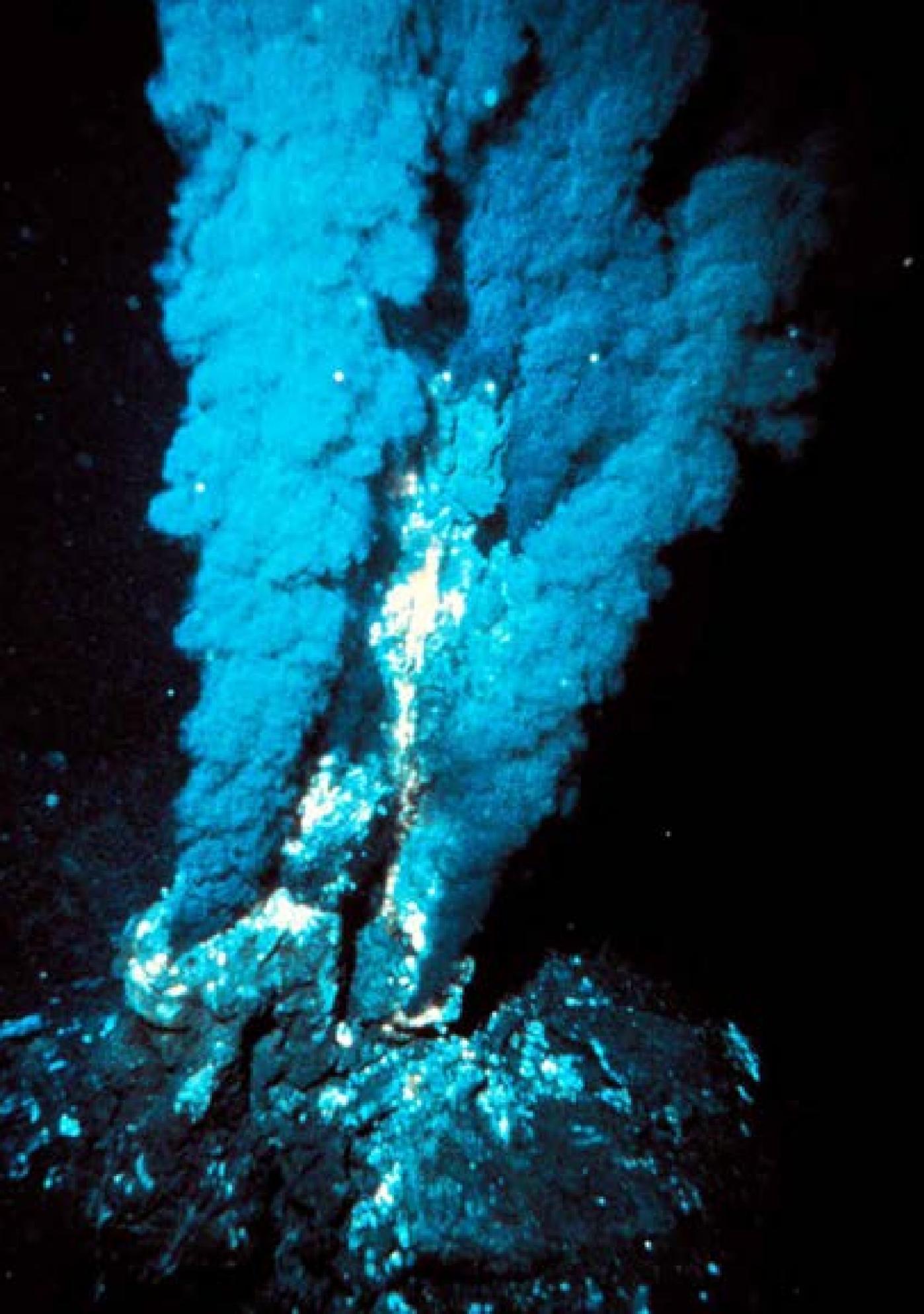
PÁGINA 224 La intensa actividad tectónica en el Pacífico dio origen a volcanes que en aguas poco profundas emergieron gradualmente, hasta que detuvieron su actividad. Con el paso de los siglos estos volcanes se convirtieron en islas, mientras que en sus partes sumergidas se formaron arrecifes coralinos. La isla Bora Bora, ubicada en la Polinesia Francesa en el Pacífico sur, es una de las cientos de islas que caracterizan a esta región del planeta. (FL/NGC)

Se estima que los arrecifes del Pacífico generan millones de dólares a través del turismo y la pesca, beneficiando a millones de personas que comercializan o consumen los productos marinos. Décadas de investigaciones, colaboraciones internacionales y trabajo con las comunidades costeras han llevado al diseño e implementación de prácticas sustentables en el sector del turismo y en el pesquero para permitir un equilibrio entre el uso y la conservación de los recursos marinos. (ED/SP)

PÁGINA 228 El Parque Nacional de Samoa Americana se estableció en 1988 para proteger una porción representativa de los ecosistemas marinos del sur del océano Pacífico. A lo largo de este océano se han creado áreas naturales protegidas para salvaguardar sitios con una elevada diversidad biológica, pero también para asegurar la producción de alimento, la cual depende por completo de la buena salud de estas zonas marinas. (FB/NPL)







*Cerca de las grietas y volcanes submarinos del océano Pacífico se crean ventilas hidrotermales. Éstas surgen cuando el agua subterránea se calienta por estar cerca de corrientes de magma, lo que provoca un considerable aumento de su temperatura y su expulsión a presión por ventilas tubulares que se han formado por miles de años. (PR/SLP)*

*IZQUIERDA A pesar de que la temperatura alrededor de las ventilas hidrotermales puede alcanzar 400 °C, han surgido formas de vida capaces de florecer en estas condiciones extremas. Aquí se desarrollan comunidades de bacterias capaces de transformar los compuestos químicos emanados por la ventila en energía y que se constituyen en la base de la cadena alimenticia de las oscuras profundidades de los océanos, adonde no llega la luz solar y donde no existen organismos fotosintéticos. (SD/SP)*



LOURDES MARTÍNEZ Y DONALD A. CROLL

## *CONSERVACIÓN DE LOS MARES*

La existencia del ser humano está íntimamente ligada al océano, y no sólo por los millones de toneladas de pescado que se extraen de él cada año o porque las costas son un destino turístico predilecto. A escala global las aguas marinas producen alrededor de 70% del oxígeno que respiramos gracias a la fotosíntesis realizada por el fitoplancton, microorganismos invisibles al ojo humano y dispersos en la superficie del mar que aprovechan la energía del sol para producir su propio alimento. Como organismos fotosintéticos, son el primer eslabón de las redes alimenticias de los océanos y liberan oxígeno, por lo que son precursores de la existencia de vida en todo el planeta. Por si esto fuera poco, los océanos son el mayor almacén de dióxido de carbono. Este gas se libera a la atmósfera a través de actividades como la quema de combustibles y es uno de los precursores del calentamiento global, y de no ser por el océano y los bosques que lo capturan la temperatura del planeta sería aún mayor, poniendo en riesgo nuestra capacidad y la de muchas otras especies de sobrevivir.

El valor que tienen los océanos y mares es incalculable. Estas vastas masas de agua salada, que aún no hemos explorado en su totalidad, proveen de beneficios gratuitos a las comunidades humanas en todo el planeta. El Fondo Mundial para la Naturaleza estimó este año que los servicios y bienes que ofrece el mar principalmente a través de las pesquerías, el turismo, el comercio, el transporte de productos



PÁGINA 232 Las ballenas son los animales más grandes que habitan actualmente el planeta. En siglos pasados muchas de ellas fueron perseguidas por el alto valor de su carne y grasa. Afortunadamente, la implementación de vedas temporales y totales, así como el diseño de planes de conservación han permitido la recuperación de muchas especies que estuvieron al borde de la extinción. (JF/NPL)

Las costas norteañas del Atlántico también son el hogar de una gran diversidad de aves. Los frailecillos comunes o atlánticos pasan las estaciones de otoño e invierno en altamar, regresando en primavera a los accidentados riscos costeros donde forman colonias de anidación de cientos de animales. (JVL/SM)

y la protección costera —gracias a manglares y corales— es de al menos ¡24 billones de dólares! Esto colocaría al océano como la séptima economía mundial después de Estados Unidos de América, China, Japón, Alemania, Francia y Reino Unido.

Desafortunadamente, la enorme variedad de beneficios que provee el océano a escalas globales, regionales y locales se encuentra seriamente amenazada debido a siglos de sobreexplotación y abandono. La enorme extensión que abarcan los océanos así como la percepción que tenemos de ellos como fuente inagotable de recursos han dificultado su protección, por lo que actualmente somos testigos del colapso de numerosos ecosistemas marinos y sus especies alrededor del mundo.

### *Las principales amenazas*

Los océanos están sujetos a presiones antrópicas como nunca antes. La más grande de ellas es la extracción de especies. La abundancia de especies que hay en los océanos hoy en día es seguramente una pequeña muestra de lo que alguna vez fueron océanos rebosantes de vida. La desaparición de las grandes especies marinas como tiburones, ballenas y atunes es la mayor prueba de ello. Jeremy Jackson, reconocido ecólogo marino, y sus colaboradores documentaron la disminución en las tallas de los peces capturados entre 1956 y 2007 como trofeos de pesca deportiva en Key West, Florida. En un lapso de poco más de 50 años el tamaño promedio de los meros disminuyó de 135 a 37 cm y el de los tiburones de 195 a 90 cm; además, con el paso de los años estas especies dejaron de ser abundantes y por lo tanto menos frecuentes como trofeos.

Esta tendencia se presenta en diferentes latitudes, pues hemos desarrollado artes de pesca y embarcaciones más eficientes pero a un costo altísimo. Cada año se extraen alrededor de 38 millones de tiburones para satisfacer el comercio de aleta de tiburón en Asia y de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, tan sólo en el año 2012 la pesca de atunes y jureles alcanzó sus niveles más altos con más de 7 millones de toneladas extraídas. Negar que la abundancia de animales en el mar ha cambiado es tal vez un mecanismo de defensa para no reconocer que estamos devastando los mares. La pérdida de poblaciones y extinción de especies están modificando el funcionamiento y estructura de los ecosistemas marinos y, a su vez, disminuyendo la capacidad de proveernos de servicios ambientales que son fundamentales para nuestro bienestar.

El impacto de nuestros hábitos de consumo es mucho más difícil de detectar en los océanos que en los ecosistemas terrestres. Sin embargo, en los últimos años las especies migratorias se han convertido en los mensajeros de lo que está ocurriendo bajo la superficie del agua. En el año 2010 el hallazgo de una ballena gris en una playa de Seattle develó una de las

consecuencias más catastróficas de nuestro paso por el planeta. Este gigante de más de 30 toneladas murió por una obstrucción intestinal causada por la presencia de veinte bolsas de plástico, unas toallas, un par de guantes de cirujano, un par de pantalones, una bola de golf y numerosos objetos más de plástico en su estómago. Los océanos se han convertido en el vertedero de nuestros desechos, que causan cada año la muerte de más de un millón de aves y 100 000 mamíferos marinos. Pero el plástico es tan sólo uno de tantos desechos que arrojam a los mares; desechos industriales, solventes, descargas urbanas, fertilizantes y plaguicidas son nuestra aportación constante al mar.

Destruimos los ecosistemas marinos de diversas formas. La Gran Barrera de Coral en Australia es el mayor ecosistema de arrecife coralino en el mundo, tiene una extensión de más de 340 000 km<sup>2</sup> y alberga aproximadamente 400 especies de corales y una gran diversidad de peces e invertebrados. Los corales son animales sésiles, es decir, que permanecen fijos al suelo; poseen una estructura rígida compuesta por carbonato de calcio y viven asociados con una alga microscópica llamada comúnmente zooxantela que es la encargada de aportar la maravillosa gama de colores que los caracterizan. Los arrecifes son los equivalentes a las selvas tropicales de tierra firme y han sido considerados uno de los ecosistemas más diversos sobre la Tierra. El aumento en la temperatura y la absorción del cada vez más abundante carbono atmosférico por el agua marina provocan una disminución en el pH del agua en un fenómeno conocido como *acidificación* del océano. La consecuencia más atroz de este fenómeno es el blanqueamiento de los corales debido a la expulsión de las zooxantelas, lo que aumenta la vulnerabilidad y pone en riesgo la supervivencia de estos ecosistemas a lo largo de toda su distribución. Las temperaturas cálidas y acidificación del océano representan un reto para la existencia de numerosas especies, sobre todo aquellas cuyo cuerpo está formado parcial o completamente por carbonato de calcio, como es el caso no sólo de los corales sino también de numerosas especies de caracoles y almejas.

## *Protección de los océanos*

Hace tres años me encontraba navegando en las aguas del golfo de California en una pequeña panga, relata Lourdes. Estaba en la región de las grandes islas como parte de un curso de conservación marina organizado por la Universidad de Duke. Esta región abarca el archipiélago localizado al norte del golfo conformado por 45 islas e isletas y las dos islas más grandes del país: Tiburón y Ángel de la Guarda. El mar, de un azul intenso, se encontraba en calma. La panga se mantenía a una velocidad constante y yo me encontraba inmersa en mis pensamientos y con la mirada perdida en el horizonte. No pasó mucho tiempo cuando a lo lejos vimos una

gran concentración de aves en el cielo que sólo podía significar una cosa: un grupo de sardinas bajo la superficie del agua y, con ellas, la presencia de numerosos delfines que acompañan a las aves en el festín. Conforme nos acercamos, el grupo de aves se convirtió en una mezcla de cormoranes, gaviotas, pelícanos y fragatas y, al fijar la vista en el mar, notamos que un grupo de más de cien delfines comunes se aproximaba. Estaban por todos lados, a donde uno volteara los veía salir del agua y con la misma velocidad entrar en ella. Sus cuerpos tienen un diseño hidrodinámico perfecto, resultado de millones de años de evolución, y una piel lisa y gruesa que genera poca resistencia en el agua, permitiéndoles alcanzar velocidades promedio de 30 kilómetros por hora.

Al llegar, no había más que contemplar el frenesí alimenticio y la dinámica tan interesante entre las aves y los delfines. En un evento así, los delfines rodean a las sardinas y las obligan a ir a la superficie del agua en donde les es más fácil alimentarse de ellas; las aves entonces se dejan caer en picada hacia el mar para atrapar alguna sardina con el pico. Cuando pensaba que nada podía mejorar semejante espectáculo, a unos metros de la panga una ballena jorobada hambrienta apareció expandiendo su boca e ingiriendo cientos de sardinas de un solo bocado. Esta escena duró sólo unos minutos, por eso es un frenesí cargado de excitación y mucha actividad, hasta que el banco de sardinas fue consumido y sólo quedaron algunas sardinas aisladas y aturcidas. Después de eso, los grupos de aves y delfines se dispersaron y el mar pareció retornar a la calma. Ésta, sin duda alguna, ha sido una de las mayores expresiones de la interacción entre especies que he visto y del valor que cada una tiene para mantener el ecosistema funcionando. Es imposible no pensar en la cantidad de sardinas que deben existir en este golfo para alimentar a millones de aves y miles de mamíferos marinos. Si este espectáculo me pareció sorprendente, no puedo imaginar la enorme abundancia de vida en el tiempo previo a la sobreexplotación de los mares.

La bahía de Monterey en California tiene una de las historias más clásicas de sobreexplotación de recursos. A principios del siglo xx el crecimiento de la industria pesquera en la región dio origen a la industria de enlatados que floreció en la calle frente al mar conocida como Cannery Row. La exportación de sardinas enlatadas tuvo su mayor auge en los años de la Primera Guerra Mundial, ya que era un alimento no perecedero y nutritivo para los soldados; en esos años la producción se incrementó de 75 000 latas en 1915 a 1 400 000 en 1918. En los años siguientes la demanda se mantuvo más o menos constante y volvió a florecer durante la Segunda Guerra Mundial, tiempo en el que Monterey se convirtió en la principal ciudad exportadora de sardina en el mundo. Lo que nadie consideró es que aunque Monterey es un sitio privilegiado en términos de productividad pesquera —gracias al afloramiento de agua fría rica en nutrientes desde el fondo del océano Pacífico que es canalizada hacia la superficie a través del gran cañón submarino presente en la bahía— la captura de sardinas tendría un

inminente colapso, ya que esta especie no se estaba recuperando de la masiva extracción a la que estaba sometida. El colapso de la pesquería de sardina, y por lo tanto de la industria de enlatados, ocurrió en los años de la postguerra y causó un grave desastre económico y conflictos sociales que culminarían con el cierre de la última fábrica en 1973.

Durante las décadas de 1950 y 1960 las pesquerías aumentaron sus niveles de extracción en todo el mundo y esto marcó el precedente para lo que años más tarde se conocería como la conservación de los océanos. Hacia 1958, la Ley del Mar fue el primer esfuerzo por regular la gobernabilidad de los países sobre los océanos. Posteriormente, se adoptaron cuatro convenciones a nivel internacional: la Convención sobre la Plataforma Continental, la Convención sobre Alta Mar, la Convención sobre el Mar Territorial y la Zona Contigua y la Convención sobre Pesca y Conservación de los Recursos Vivos en Alta Mar. El ordenamiento territorial surgió entonces como una respuesta a la preocupación global en torno a la sobreexplotación de los ecosistemas marinos y la pérdida de biodiversidad. La primera conferencia sobre áreas marinas protegidas fue en 1975 y en ella se declaró la necesidad de establecer una red de áreas marinas protegidas representativas de los ecosistemas marinos en todo el mundo.

Desde entonces las áreas marinas protegidas se han establecido para regular la actividad humana en áreas que son importantes para el mantenimiento de especies y poblaciones seriamente amenazadas, para conservar hábitats que son críticos para la supervivencia de las especies incluyendo aquellas de importancia económica, para prevenir actividades que pongan en riesgo al área marina per se, para mantener la viabilidad genética de poblaciones y especies y para proteger sitios de importancia histórica o cultural.

A la fecha, más de 10000 áreas marinas protegen 7.9% de las aguas en zonas con jurisdicción nacional y 2.3% de la superficie total del océano. Este esfuerzo está siendo asumido por los 193 países que participan en la Convención de la Diversidad Biológica celebrada en el año 2010 en Nagoya, Japón, en la que se aprobó el Plan Estratégico para la Biodiversidad 2011-2020 que señala el compromiso de proteger 10% de los sistemas marinos para el año 2020.

La conservación de los océanos ha sido un gran reto debido a la dificultad de su manejo, la aplicación de la ley y el monitoreo y vigilancia en las áreas protegidas, especialmente en aquellas con una gran extensión o en mar abierto. En respuesta a esto se ha buscado desarrollar otras propuestas que contribuyan a proteger los océanos en diferentes escalas; las áreas marinas protegidas manejadas por las comunidades locales o las redes de áreas marinas protegidas —separadas espacialmente pero conectadas oceanográficamente— son algunos ejemplos.

Los océanos son ambientes dinámicos en donde el viento y las corrientes marinas desplazan el agua superficial grandes distancias. Debido a esto, la disponibilidad de recursos también cambia y por tanto la distribución de las especies y las comunidades humanas costeras.



*La belleza escénica que nos brindan las costas alrededor del mundo es otro de los servicios ambientales que proveen los ecosistemas marinos. Es responsabilidad de las generaciones actuales cuidar estos sitios para que sean igualmente disfrutados por generaciones futuras. (ID/NPL)*

Adicionalmente, nuestro impacto en el cambio climático global altera aún más la naturaleza dinámica de estas vastas masas de agua salada. En los últimos años, la comunidad científica de universidades como Stanford y Duke en Estados Unidos de América están enfocando sus esfuerzos en el manejo dinámico de los océanos para explotar y conservar sus recursos de acuerdo con las condiciones cambiantes globales y las características particulares de cada región.

Este nuevo enfoque va acompañado del uso de mejores tecnologías para estudiar y entender las dinámicas en el océano. La utilización de dispositivos que van sujetos al individuo y envían una señal satelital sobre su ubicación geográfica permite registrar los movimientos de una especie, su uso del hábitat e interacción con otras poblaciones con el objetivo de conocer más sobre su historia de vida e identificar los sitios clave para protegerla a lo largo de su área de distribución. En Papua Nueva Guinea, por ejemplo, se lleva a cabo el programa más extenso de marcaje de atunes en el Pacífico; a la fecha más de 300 000 individuos han sido marcados. El programa busca lograr el uso sustentable de esta especie y además identificar aquellas áreas y usuarios que están capturando atunes de manera ilegal, esto a través de la lectura de la información que lleva cada individuo en un microchip insertado bajo la piel.

### *La última esperanza para la vaquita marina*

Hace menos de 60 años se describió a la vaquita marina, una marsopa de metro y medio de largo que habita la parte alta del golfo de California, en un área de aproximadamente 4 000 km<sup>2</sup>. Hoy, éste es el mamífero marino más amenazado del planeta, en serio riesgo de extinción.

La principal amenaza a la que se enfrenta son las redes de pesca. En los últimos años se ha identificado a la pesca de totoaba como uno de los factores que más daño ha causado a esta especie. La totoaba es un pez endémico del golfo que también se encuentra en serio riesgo de extinción y cuya pesca es ilegal. El comercio ilegal en China de la vejiga natatoria de este pez genera la demanda en México en donde el precio oscila entre 3 000 y 9 000 dólares por kilo.

Numerosos han sido los esfuerzos y recursos invertidos para proteger a la vaquita marina. Entre ellos se encuentra el decreto de la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, su inclusión en la lista de especies amenazadas de la UICN, la creación del Comité Internacional para la Recuperación de la Vaquita (CIRVA), el programa de acción para la conservación de la especie (PACE), la prohibición de la pesca de totoaba y de la utilización de redes de pesca en el refugio, así como el trabajo con las comunidades pesqueras locales. Sin embargo, no se ha logrado su recuperación. En los últimos 17 años la población de la vaquita ha disminuido de 567 individuos a menos de 100, lo que representa una tasa de más



*La vaquita marina es uno de los 100 mamíferos más amenazados del mundo. Su población ha sido severamente afectada por las actividades pesqueras no reguladas que durante décadas han sobreexplotado especies como el camarón, el tiburón y la totoaba. En esta especie se concentra uno de los esfuerzos de conservación más intensos del país que agrupa al gobierno federal, pescadores locales y decenas de organizaciones sociales nacionales e internacionales, y que ha impulsado el establecimiento de zonas de refugio como la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado y el Área de Refugio para la Protección de la Vaquita Marina.*

(TA); Imagen captada con permiso expreso (Oficio DR/488/08) de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas / Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en un área natural protegida sujeta a manejo especial. Agradecemos la colaboración del Coordinador de Investigación y Conservación de Mamíferos Marinos, Instituto Nacional de Ecología)



de 18% anual. Esto significa que para el año 2018 la vaquita marina será el segundo mamífero marino extinto en los últimos 50 años por culpa del ser humano, después del baiji o delfín de río que se consideró extinto en China en 2006.

En abril de este año el gobierno de México tomó una postura contundente ante lo que podría ser la última esperanza para proteger esta especie. El Presidente anunció la suspensión temporal de la pesca comercial en el norte del golfo de California, hecho que va acompañado de una compensación a los pescadores locales y de la presencia de la Secretaría de Marina en el área como la mayor autoridad para vigilar y hacer cumplir las nuevas disposiciones. Éste es uno de los mayores retos ambientales a los que se enfrenta México, pero si la Marina cumple la tarea que le fue asignada, tenemos mayor certidumbre de que esta vez sí daremos un paso mayor en la conservación de esta enigmática especie que hoy sobrevive agonizante en el golfo de California.

Más de 50 años han transcurrido desde que Rachel Carson, reconocida bióloga marina, escribió esta frase en su libro *Sea Around Us*: “Es curioso que el océano, a partir del cual se originó la vida, esté amenazado ahora por las actividades de una única forma de esa vida. Pero el mar, aunque modificado de un modo siniestro, continuará existiendo; la amenaza es más bien hacia la vida misma”. Y sin embargo, sus palabras siguen vigentes cada día desde entonces. Es momento de disminuir la presión que ejercemos sobre los océanos, dejar de verlo como un almacén infinito de alimento y darle un respiro a todas las especies que en él habitan. No hacerlo es atentar contra nuestra propia existencia.

*El futuro de la diversidad marina dependerá de la voluntad de las sociedades humanas para reemplazar los métodos industriales de pesca, los cuales han sobreexplotado la mayoría de pesquerías en el mundo, por métodos alternativos que respeten los ciclos naturales de las especies y permitan la recuperación y reproducción de aquellas que han sido llevadas al borde de la extinción. (AL/BP)*



*El Antártico*



*El océano Antártico rodea la masa continental de la Antártida. Para algunos autores no es un océano por derecho propio sino la parte sur de varios océanos. Sin embargo, también es distinto de los océanos vecinos por estar rodeado por una surgencia en la que las aguas profundas del sur se encuentran con las del norte, la cual funciona como una barrera que ha aislado a muchas de las especies que lo habitan.*

*Aquí, el hielo cubre 18 millones de km<sup>2</sup> al final del invierno, los cuales se reducen a unos 3 millones hacia finales del verano, una diferencia notable con el océano Ártico. A pesar de estos cambios en la superficie cubierta por el hielo, a lo largo del año la variación en la temperatura del agua es mínima (de -2°C a 3°C), por lo que las especies marinas que aquí viven tienen condiciones más estables que las que habitan en el resto de los océanos del planeta. Los pingüinos son quizá los animales más distintivos de este océano, siendo los pingüinos emperador los únicos vertebrados que pasan parte del invierno sobre el hielo marino.*



PÁGINA 244 En el invierno una gruesa capa de hielo cubre la mitad del océano Antártico y se forman enormes témpanos que flotan a la deriva. A pesar de que la temperatura en la superficie baja hasta  $-50^{\circ}\text{C}$ , la temperatura del mar se mantiene entre  $0$  y  $-2^{\circ}\text{C}$ . La vida no es común en la superficie pero, por increíble que parezca, bajo el agua se manifiesta en cientos de formas y colores. (YM&JE/LSM)

PÁGINA 246 A pesar de que el Antártico contiene 90% del agua dulce del planeta es a la vez el sitio más seco del mundo. La humedad, en forma de hielo, es arrastrada por las fuertes ventiscas. Aunque las temperaturas pueden descender hasta  $-70^{\circ}\text{C}$  y los vientos rebasan  $100\text{ km/h}$  la vida ha encontrado vías extraordinarias para mantenerse en estos inhóspitos paisajes. (FP/SP)

PÁGINA 249 El Antártico es el sitio con los vientos más fuertes que, unidos a la corriente circumpolar antártica que rodea al Polo Sur, generan la corriente marina más grande del planeta, arrastrando consigo millones de litros de agua. Las olas gigantes y las innavegables corrientes han mantenido estos mares como unos de los más salvajes y a la vez más productivos del mundo. (FL/NGC)

Semanas antes de que inicie el invierno austral, miles de pingüinos se reúnen y realizan una migración de hasta  $100\text{ km}$  hacia el interior de la Antártida. Cuando encuentran el sitio ideal, que no tardará en convertirse en el lugar más frío del planeta, forman sus colonias de anidación. (JS/NGC)







PÁGINA 252 El Antártico es el imperio de los pingüinos. El pingüino emperador, el más grande en este grupo de aves, pesa hasta 30 kg y puede alcanzar 1 m de altura. La naturaleza ha provisto a los pingüinos de plumas capaces de retener el poco calor generado por su cuerpo para soportar las bajas temperaturas. (JV/LSM)

PÁGINA 253 A finales del crudo invierno y cuando parecería imposible que la vida se desarrollara en las condiciones de frío extremo, pequeños pingüinos, recién salidos del huevo que tanto cuidó el padre entre sus patas, asoman sus picos y aprenden poco a poco el arte de sobrevivir en condiciones en las que ningún humano sería capaz de subsistir. (FL/BP)

IZQUIERDA Bajo el agua los pingüinos son extraordinariamente veloces; esta ave no se adaptó al vuelo sino al nado, desplazándose con la misma rapidez y precisión que sus parientes al volar. Durante las inmersiones los pingüinos disminuyen su ritmo cardiaco de un promedio de 100 latidos por minuto a 20 latidos por minuto, lo que les permite reducir al máximo el consumo de oxígeno y pasar más tiempo debajo del agua alimentándose. (PN/NGC)

ARRIBA La extraordinaria habilidad de los pingüinos para nadar les permite pasar más de la mitad de su vida bajo el agua alimentándose de kril, peces y crustáceos pequeños. Sobre tierra estas aves no son tan hábiles como en el agua, pero esto no representa un problema serio para ellas, ya que no hay depredadores naturales que amenacen su vida. (PN/NGC)



ARRIBA Las enormes concentraciones de pingüinos en las islas Georgias del Sur brindan alimento a los elefantes marinos, los cuales forman a su vez las colonias de reproducción más grandes del mundo. Los elefantes marinos son capaces de sobrevivir en las condiciones extremas del Antártico gracias a una gruesa capa de grasa debajo de la piel que desarrollan desde los primeros años de vida. (YM&JE/LSM)



ARRIBA Las focas tigre, ágiles y veloces nadadoras, son los depredadores por excelencia de los pingüinos. En un día una sola foca puede comer hasta diez pingüinos, cantidad que parece elevada pero que permite también a las poblaciones de pingüinos mantenerse fuertes y saludables, ya que las presas suelen ser los individuos más débiles o viejos. (PN/NGC)

PÁGINA 260 A pesar de que las temperaturas del océano Antártico son las más bajas del planeta, estas aguas son de las más productivas. En ellas se da una explosión de las poblaciones de kril, pequeños crustáceos que, a pesar de medir pocos milímetros, forman concentraciones que en conjunto representan miles de toneladas de las que se alimentan numerosos animales. (FN/LSM)

PÁGINA 261 El colorido fondo marino del océano Antártico contrasta con los pálidos colores de su superficie. En el mar nada se desperdicia; cualquier desecho o afloramiento de materia orgánica es aprovechado rápidamente por otras especies, lo que mantiene activo el ciclo de nutrientes y mantiene saludables y productivas las aguas polares. (NW/LSM)





*Mares de México*



*El occidente de México es bañado directamente por las aguas del océano Pacífico, así como las del mar de Cortés o golfo de California, definido por la península de Baja California y donde existe una gran diversidad de especies marinas, muchas de las cuales son endémicas de este mar.*

*Al oriente, las cálidas aguas del golfo de México propician la formación de tormentas y huracanes que afectan el clima en buena parte de Norte y Centroamérica. El golfo de México fue una región pesquera importante, pero su riqueza se está perdiendo por la contaminación y la sobrepesca. Las cristalinas aguas del mar Caribe bordean la porción este de la península de Yucatán y alojan la parte norte del Arrecife Mesoamericano, la segunda barrera de arrecifes de mayor tamaño del planeta, con cerca de mil kilómetros de longitud. La presencia de los arrecifes de coral y de numerosos manglares permite una extraordinaria diversidad de especies marinas en esta región.*



PÁGINA 262 Rodeadas por los océanos Pacífico y Atlántico así como por las aguas del golfo de California y el mar Caribe, México cuenta con más de 200 islas e islotes distribuidos en sus aguas territoriales. Su separación del continente —por la distancia o por corrientes marinas— permite a las islas mexicanas ser un reservorio de la diversidad biológica nacional para el goce de presentes y futuras generaciones. (CCK)

PÁGINA 264 México cuenta con la segunda barrera de arrecifes más grande del mundo, la cual se extiende por más de 1 000 km frente a las costas de Quintana Roo, Guatemala, Belice y Honduras. Además de su espectacular diversidad biológica representa la base de la economía de numerosas comunidades pesqueras y de servicios turísticos que dependen de la buena salud de este magnífico ecosistema. (CCK)

IZQUIERDA En la zona tropical del océano Atlántico y mar Caribe se juntan las corrientes de aire frías provenientes del hemisferio sur con las masas de aire cálidas del norte. Las masas más calientes se elevan entonces creando una corriente ascendente que lleva consigo el vapor del mar a partes superiores de la atmósfera. Las nubes así formadas se desplazan miles de kilómetros y van liberando el agua en diversas regiones a lo largo de su recorrido, incluyendo las planicies y montañas tropicales del suroeste mexicano. (CCK)

ARRIBA Los manglares como éste, ubicado en las costas de Tabasco en el golfo de México, además de ser importantes para las pesquerías y la biodiversidad, son importantes ecosistemas para el almacenaje de carbono. Sus suelos contienen grandes cantidades de materia orgánica con bajos niveles de descomposición, lo que hace de su conservación y recuperación un asunto de importancia global. (DGT)



ARRIBA El flamenco del Caribe habita lagunas y estuarios hipersalinos a lo largo de la costa del golfo de México. Durante la época de reproducción, miles de flamencos se congregan y forman extensas colonias de anidación. (CCK)

DERECHA Las colonias de flamencos, formadas en ocasiones hasta por 25 000 individuos, tiñen de color rosado las costas de la Reserva de la Biosfera Ría Celestún. Este sitio hospeda a una de las poblaciones más grandes de flamencos del Caribe en Norteamérica. (KN/NGC)





*Las aguas del Caribe mexicano son muy ricas en nutrientes por la confluencia de las corrientes frías provenientes del océano Atlántico y las cálidas aguas tropicales del Caribe. Estas ricas aguas y las tierras emergidas, como isla Contoy, alimentan a millones de aves y tortugas que año con año anidan en las zonas tropicales mexicanas. (CCX)*



ARRIBA Las aguas cálidas y poco profundas del Caribe mexicano han permitido el desarrollo de una comunidad muy diversa y compleja de esponjas y corales. Por miles de años los arrecifes de coral se han formado lentamente, pues las nuevas generaciones van creciendo sobre los restos de generaciones pasadas, formando espectaculares estructuras cubiertas de vida. Numerosas especies de importancia económica residen y se protegen en alguna etapa de su desarrollo en los arrecifes, por lo que su protección es fundamental para mantener la productividad de las pesquerías de nuestro país. (CCK)

DERECHA Los colores y las formas de algunos animales marinos parecen provenir de historias fantásticas que suceden en otros planetas. A pesar de representar una gran parte de la biosfera los mares son de los sitios menos explorados. Sabemos tan poco de sus habitantes que día con día se continúan descubriendo especies de formas y colores sorprendentes. (US)





*En el sureste mexicano las frías aguas del océano Atlántico se mezclan con las cálidas aguas del mar Caribe creando condiciones óptimas para que una gran diversidad de organismos prosperen y se entremezclen en una delicada red de vida. Aquí, todos los organismos aprovechan la riqueza de las aguas, desde microscópicos crustáceos y moluscos –que son la base de la cadena alimenticia– hasta el gigantesco tiburón ballena y las majestuosas mantarrayas. (CCK)*

*PÁGINA 276 En el norte del país las condiciones son muy distintas a las del Caribe. Las profundas aguas del Pacífico, con fuertes corrientes marinas y vientos polares, han esculpido un imponente paisaje que muestra la resistencia de la tierra, pero también la lenta erosión de los inmensos acantilados que se forman en sus costas. Estas corrientes son las que mantienen en movimiento las aguas y la vida marina. (CCK)*





*En las agitadas aguas del Pacífico algas y animales conviven con las fuertes corrientes y establecen estrechas asociaciones. Los bosques de kelp en las costas de Baja California representan inmensas agrupaciones de algas donde cada rincón alberga alguna forma de vida. Estos bosques son refugio para muchas especies que son importantes económicamente para los pescadores que conviven diariamente con el mar. (OA)*

*Los bosques de kelp se desarrollan en las aguas templadas de la costa occidental de Norteamérica. Estos sitios proveen una gran cantidad de servicios ambientales que benefician a millones de personas cerca y lejos de la costa. Entre los servicios que brindan destaca la protección de una gran cantidad de especies comerciales que pasan las primeras etapas de su vida en estos densos bosques de algas. Cuidar estos sitios es fundamental si queremos seguir extrayendo alimento de los mares. (CCK)*

*PÁGINA 280 Durante millones de años las costas rocosas de Baja California han soportado el embate de las olas impulsadas por fuertes corrientes marinas y los numerosos huracanes que anualmente se forman en el Pacífico mexicano. Estas fuerzas naturales han esculpido rocas de extravagantes formas que atraen a miles de personas que buscan admirar la belleza de los mares mexicanos. (RLH/NGC)*





La productividad de los océanos no sólo beneficia a las especies que viven dentro del agua. En la superficie millones de aves, como las golondrinas marinas, también viven gracias al alimento que provee el mar. Estas aves aprovechan cada metro cuadrado de islas, islotes y rocas en medio de las aguas para vivir y reproducirse. Afortunadamente, muchas islas son aún paraísos para las aves marinas, pues no existen perros, gatos ni ratas introducidos que devoren sus huevos, comúnmente depositados a ras del suelo. (CCK)



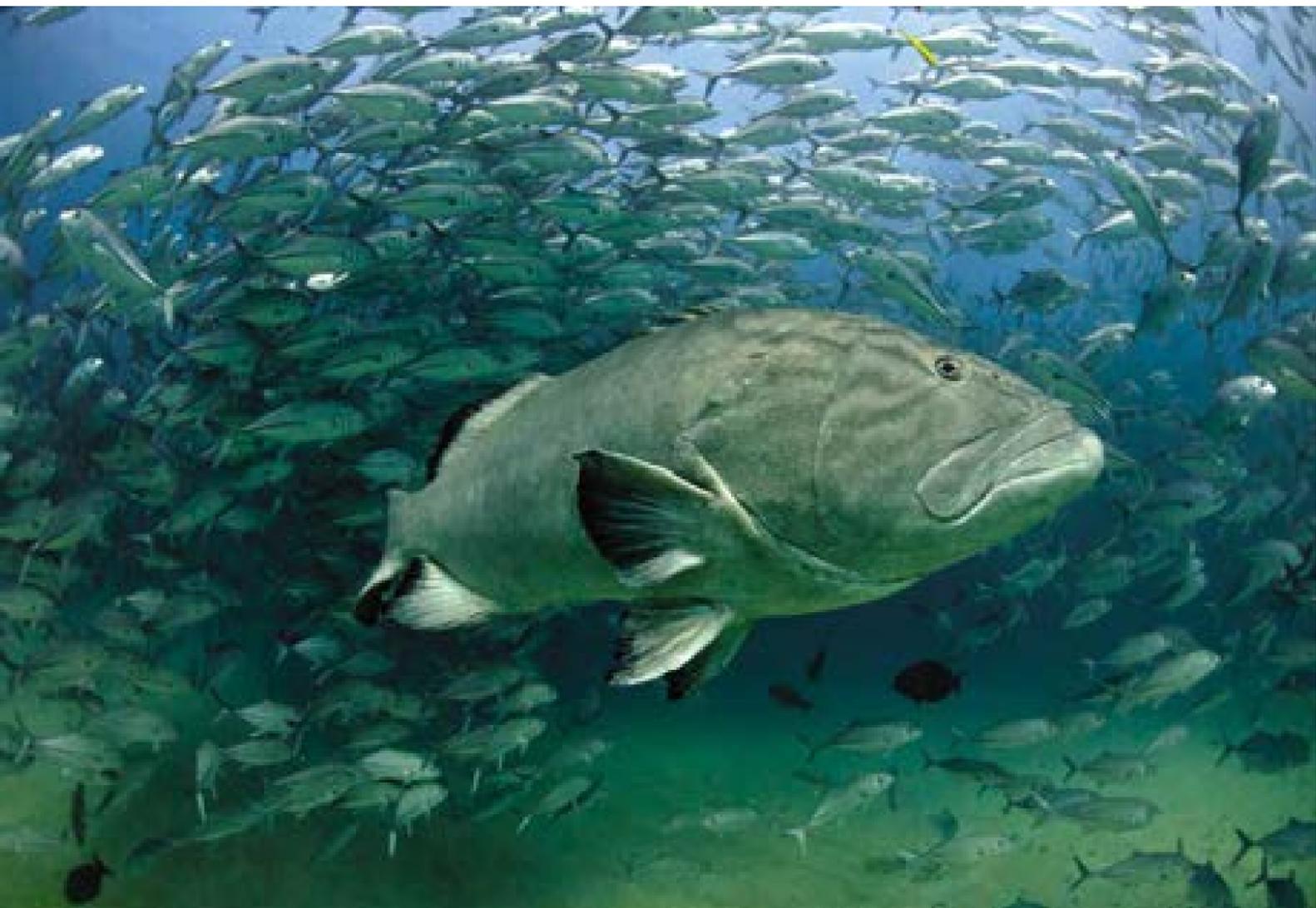
El mar de Cortés es uno de los más diversos y nutritivos de las aguas mexicanas. La proliferación de millones de crustáceos microscópicos atrae a este sitio a las ballenas que año con año vienen a dar a luz. Los ballenatos nacidos en estas tranquilas y ricas aguas han de ser guiados por las corrientes marinas del Pacífico para recorrer el mundo durante los próximos 30 años. (MC/SP)

PÁGINA 284 La diversidad terrestre de México forma increíbles contrastes cuando se une a la del mar. Cuando el mar templado se encuentra con el cálido desierto de la península de Baja California y Sonora, cactus y palmeras se alimentan de la humedad del mar, formando islas de vegetación terrestre aisladas por las condiciones desérticas que les rodean. (CCK)

*El Mar de Cortés  
es el acuario  
del mundo*

*JACQUES-YVES COUSTEAU*

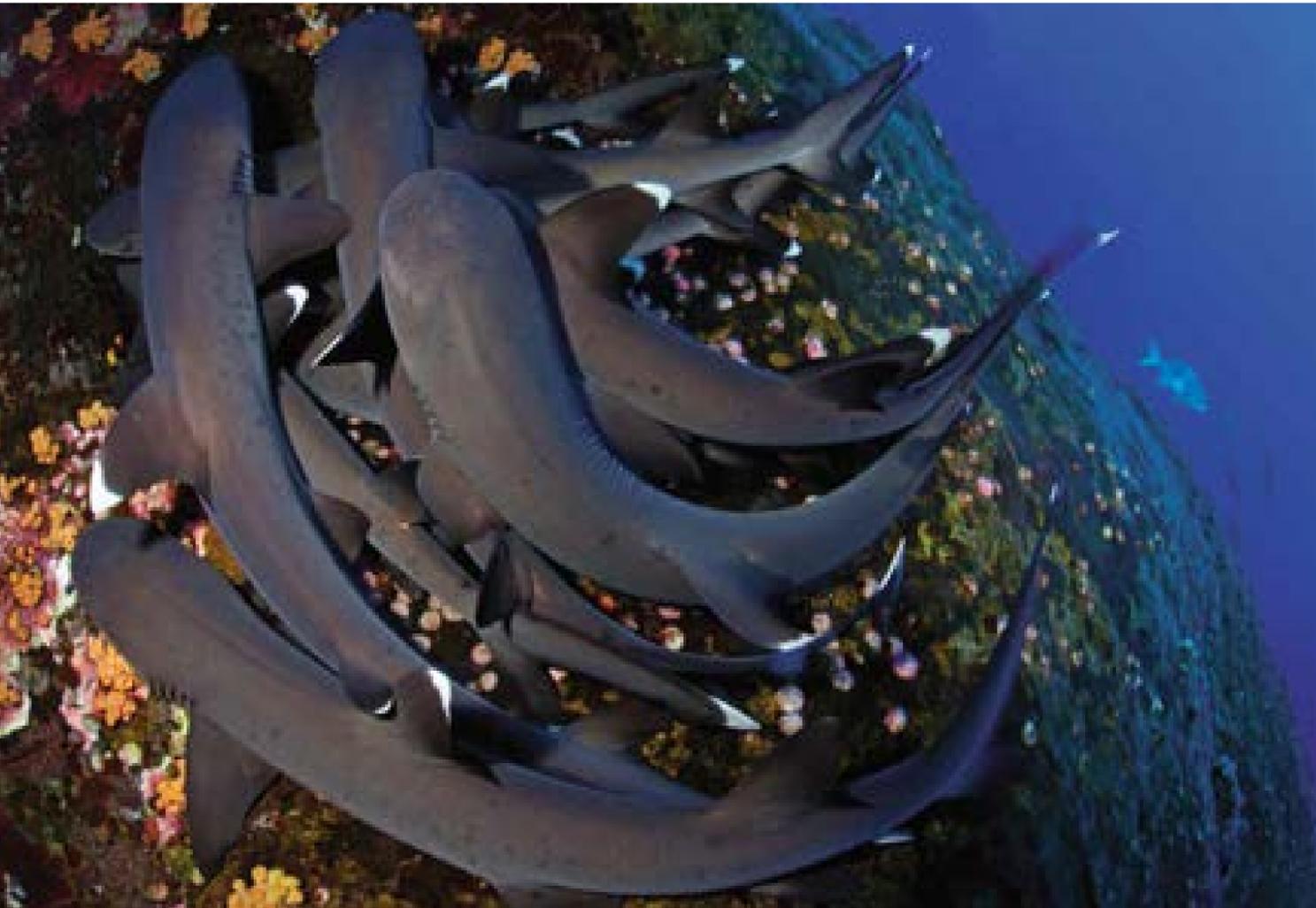




*La productividad y diversidad de los mares de Baja California han sorprendido a millones de personas que han visitado el llamado "acuario del mundo". Como en todos los ecosistemas, sus especies están estrechamente entrelazadas por la cadena alimenticia en donde presas y grandes depredadores conviven, manteniendo el fino equilibrio del ciclo de la vida. (OA)*

*DERECHA Las formas rocosas que se ven en la superficie son sólo una pequeña muestra de los macizos que se encuentran sumergidos. Mientras que las rocas emergidas son sitios importantes para la supervivencia de aves, las cordilleras sumergidas son sitios ideales para el desarrollo de numerosos peces e invertebrados, muchos de ellos de importancia comercial para las poblaciones humanas. (CCK)*





PÁGINA 288 Cuando emergieron las islas Revillagigedo frente a las costas de Colima, sólo las aves capaces de realizar largas travesías sobre el mar lograron establecerse. En estos sitios, llenos de alimento y libres de la presencia humana y otros depredadores, aves como el pájaro bobo se han apropiado de cada rincón para hacer sus nidos e incubar a las futuras generaciones de aves que surcarán las aguas del Pacífico. (CCK)

ARRIBA Los tiburones son especies emblemáticas de todos los mares y océanos del mundo. A pesar de la mala fama que tienen entre los humanos, son fundamentales para mantener el equilibrio y la productividad de las comunidades marinas, desde los lechos arenosos en las profundidades hasta los arrecifes de coral. (CCK)

DERECHA Durante la larga historia de los mares, miles de volcanes submarinos han hecho erupción, formando a lo largo de cientos de años de actividad volcánica monumentales islas. Estos nuevos espacios emergidos han sido gradualmente habitados por aves y plantas que continúan aquí su ciclo de vida. (CCK)



*En las bahías de Huatulco la poca profundidad ha permitido el establecimiento de arrecifes de coral. Aunque su composición de especies es distinta a la de los arrecifes del Pacífico norte o del Caribe mexicano, comparten la diversidad de formas y colores que distingue a estos ecosistemas. (CCK)*

*En las costas del suroeste mexicano la tierra se conecta con el mar a través de ríos, lagunas costeras y esteros, lo que da origen a comunidades vegetales capaces de vivir tanto en aguas dulces como aguas salobres. Entre estos tipos de vegetación están los manglares, los cuales son fundamentales para las pesquerías locales ya que muchas especies de peces pasan las primeras etapas de su vida en estos intrincados laberintos de raíces y canales. (OA)*



*Las tortugas marinas representan la increíble transición entre el mar y la tierra. México cuenta con numerosas playas arenosas adonde arriban miles de tortugas de diferentes especies para depositar sus huevos. Este espectáculo es uno de los más reconocidos por los mexicanos y cada año miles de turistas y voluntarios acuden a las playas para promover la conservación de estos emblemáticos animales. (CCK)*

*PÁGINA 296 Los delfines forman grupos de cientos a miles de individuos que, alimentados por las ricas aguas del golfo de California, representan un atractivo importante para los turistas que disfrutan de estas congregaciones. Los delfines son mamíferos muy inteligentes; con su amistoso acercamiento a veces parece que buscan comunicarse con los humanos para pedir ayuda ante las pesquerías mal reguladas. (CS/BP)*

*PÁGINA 298 La riqueza biológica de los mares mexicanos es una herencia de la cual debemos sentirnos orgullosos. Con la misma fuerza que las olas golpean los acantilados es necesario que los mexicanos impulsemos enérgicas campañas de protección de nuestros mares y océanos. El camino ha sido agitado, pero gracias a un puñado de dedicados emprendedores que han navegado por estas aguas turbulentas, parte de nuestras costas y aguas están ahora protegidas, asegurando el futuro de numerosas especies de plantas y animales. (CCK)*



# EPÍLOGO

**R**ecientemente se han escrito abundantes páginas sobre los océanos y mares del mundo en la literatura científica y popular. La mayoría trata de malas noticias: amenazas a los arrecifes coralinos, sobreexplotación de las pesquerías, extinción de especies o poblaciones de animales, contaminación, etc. Se ha escrito, por ejemplo, que menos de 2% de los océanos está protegido y que 64% no está bajo jurisdicción de ninguna nación. Que hoy las áreas marinas protegidas cubren menos de 1% del mar abierto, a pesar de que éste es responsable de 50% de la productividad total de los océanos. Que casi 87% de las pesquerías del mundo están sobreexplotadas, explotadas a su máxima capacidad o ya se agotaron. Y que a pesar de esto los gobiernos destinan 30 mil millones de dólares en subsidios pesqueros cada año (70% de estos subsidios es aportado por países desarrollados, principalmente Japón, China, Estados Unidos de América y la Unión Europea), de los cuales 60% incentivan prácticas no sustentables que son las responsables de esta sobreexplotación. Un círculo vicioso. Pero hay aún más. Casi 80% de la contaminación marina tiene origen en tierra; el uso ineficiente de los fertilizantes nitrogenados ha creado más de 500 zonas hipóxicas (muertas) en los océanos del planeta y 13 000 piezas de basura plástica flotan en promedio en cada km<sup>2</sup> de océano. La acidificación de los océanos causada por los gases de efecto invernadero que emitimos a la atmósfera ha aumentado 26% desde el inicio de la revolución industrial y, de no detenerla, la economía mundial perdería miles de millones de dólares. La alteración de las zonas costeras debido al turismo y desarrollo costero mal planeados ha destruido 20% de los manglares, 19% de los arrecifes coralinos y 29% de los pastos marinos del planeta.

Por encima de todo queda claro que no hemos valorado suficientemente los servicios que los océanos brindan para el bienestar de la humanidad. Los océanos representan 75% de la superficie del planeta y contienen 97% (1.3 mil millones km<sup>3</sup>) del agua disponible, captan 90% del calor causado por emisiones de gases de efecto invernadero, capturan y almacenan 30% del bióxido de carbono que producimos los humanos (el valor de este almacenamiento alcanza 148 mil millones de dólares anuales) y el fitoplancton marino produce 50% del oxígeno que respiramos.

Una de cada ocho personas en el mundo está hoy malnutrida. Y el desafío aumenta, ya que para el año 2050 seremos casi 10 mil millones de seres humanos. Por eso no deja de

sorprender que poco o nada se escriba o escuche sobre el inmenso valor de los océanos como fuente de proteínas y de empleos, sobre su papel crucial para la seguridad alimentaria global, la salud humana, la justicia social y la erradicación de la pobreza. Veamos algunos ejemplos. Hoy, más de 3 mil millones de personas dependen de los recursos marinos y costeros para subsistir, 4.3 mil millones obtienen del mar 15% de su consumo de proteína animal (la cual es fundamental para el desarrollo cerebral y el crecimiento de los niños) y desde 1999 el número de patentes de materiales genéticos de especies marinas ha aumentado 12% por año. Las oportunidades de empleo y servicios ambientales (incluyendo los servicios culturales) proporcionados por los océanos contribuyen con 3 a 6 millones de billones de dólares por año a la economía global. Existen más de 350 millones de empleos vinculados a los océanos. Las mujeres son mayoría en actividades de empleo secundarias (como procesamiento y mercadeo) relacionadas con las pesquerías y la maricultura. Casi 97% de los pescadores viven en países en vías de desarrollo. Y las oportunidades de empleo permiten a los jóvenes permanecer en sus comunidades en lugar de emigrar. La mitad de los turistas internacionales visitan áreas costeras, mientras que en algunos países, particularmente los pequeños Estados insulares, el turismo representa 25% del producto interno bruto.

Llegó el momento de actuar. Es la hora de los océanos, cuando todos debemos voltear a mirar al mar. En septiembre de 2015, en la celebración de los 70 años de Organización de las Naciones Unidas, los líderes del mundo se reunirán en Nueva York para definir la agenda de desarrollo post 2015. Lo que esperamos los habitantes de este planeta azul es que nuestros líderes aprovechen esta oportunidad para comprometerse con una meta de desarrollo sustentable que reconozca la importancia de los océanos como pilar de un mundo más justo, más próspero. Y que esta meta no se quede sólo en palabras, sino que guíe estratégicamente la inversión de nuevos y mayores recursos de los países, los bancos de desarrollo, las organizaciones internacionales, el sector privado, las fundaciones y los individuos.

Como lo expresó recientemente la Comisión Océano Mundial: “No hay un Planeta B. El único planeta que tenemos necesita de océanos saludables para sobrevivir. Salvar los océanos del mundo es una tarea que ningún gobierno, institución o individuo puede lograr solo.”

Haber nacido en Colombia y haberme naturalizado en México donde he vivido la mitad de mi vida –dos naciones a las que la naturaleza ha bendecido con costas en dos océanos– ha hecho que el mar sea una fuente de inspiración personal. Sé que también ha sido y lo es para muchos otros. Estoy convencido de que conservando los océanos estaremos contribuyendo a la paz global y a la prosperidad de nuestra gente y la de todo el planeta.

OMAR VIDAL

*Director General,*

*Fondo Mundial para la Naturaleza (wwf) – México*



*Necesito del mar porque me enseña:  
no sé si aprendo música o conciencia:  
no sé si es ola sola o ser profundo  
o sólo ronca voz o deslumbrante  
suposición de peces y navíos.*

*PABLO NERUDA*

# REALIDAD AUMENTADA

En este volumen de la serie editorial de TELMEX, se introduce nuevamente Realidad Aumentada infinitum, una tecnología que está experimentando una gran expansión y que ofrece al lector tener acceso a información adicional a la presentada por medio de un video, audio o modelo 3D.

Para acceder al contenido de Realidad Aumentada es necesario contar con un smartphone o una tablet y descargar la aplicación **RA infinitum**, misma que se encuentra disponible de forma gratuita en Play Store y App Store. Simplemente descarga la aplicación, ábrela, apunta a la foto y disfruta el contenido.

En este libro las imágenes en las que se puede disfrutar Realidad Aumentada infinitum están identificados por el símbolo **RA** en las siguientes páginas:

- Portada
- Página 36
- Páginas 106-107
- Página 281
- Páginas 282-283



## Nombres comunes y científicos

Abulón • <i>Haliotis</i> spp.	Foca de Groenlandia • <i>Pagophilus groenlandicus</i>	Pez espada • <i>Xiphias gladius</i>
Águila marina de Steller • <i>Haliaeetus pelagicus</i>	Foca gris • <i>Halichoerus grypus</i>	Pez loro de garganta azul • <i>Scarus prasiognathos</i>
Albatros de pico fino • <i>Thalassarche chlororhynchos</i>	Foca tigre • <i>Hydrurga leptonyx</i>	Pez mano • <i>Brachionichthys</i> sp.
Anchoveta • <i>Engraulis ringens</i>	Fragata magnífica • <i>Fregata magnificens</i>	Pez payaso de dos bandas • <i>Amphiprion bicinctus</i>
Bacalao • <i>Gadus</i> spp.	Frailecillo • <i>Fratercula arctica</i>	Pez perico de Singapur • <i>Scarus prasiognathos</i>
Baiji • <i>Lipotes vexillifer</i>	Gaviota blanca • <i>Larus smithsonianus</i>	Pez serrano • <i>Serranus scriba</i>
Ballena azul • <i>Balaenoptera musculus</i>	Cecko de la isla de Stephens • <i>Hoplodactylus stephensi</i>	Pez vela del Atlántico • <i>Istiophorus albicans</i>
Ballena franca austral • <i>Eubalaena australis</i>	Golondrina marina • <i>Sterna elegans</i>	Pez volador de Sutton • <i>Cheilopogon suttoni</i>
Ballena gris • <i>Eschrichtius robustus</i>	Guanaco • <i>Lama guanicoe</i>	Pingüino africano • <i>Spheniscus demersus</i>
Ballena jorobada • <i>Megaptera novaeangliae</i>	Hamlet dorado • <i>Hypoplectrus guttavarius</i>	Pingüino emperador • <i>Aptenodytes forsteri</i>
Beluga • <i>Delphinapterus leucas</i>	Iguana marina • <i>Amblyrhynchus cristatus</i>	Pingüino patagónico • <i>Spheniscus magellanicus</i>
Bobo café • <i>Sula leucogaster</i>	Jutía de La Española • <i>Plagiodontia aedium</i>	Pingüino penacho amarillo • <i>Eudyptes chrysocome</i>
Caballa • <i>Scomberomorus cavalla</i>	Lobo marino del Cabo • <i>Arctocephalus pusillus</i>	Rana de la isla de Maud • <i>Leiopelma pakeka</i>
Cachalote • <i>Physeter macrocephalus</i>	Lobo marino sudamericano • <i>Otaria flavescens</i>	Ratón de Ángel de la Guarda • <i>Peromyscus guardia</i>
Cachiyuyo gigante • <i>Macrocystis pyrifera</i>	Manta águila • <i>Aetobatus narinari</i>	Reno • <i>Rangifer tarandus</i>
Calamares europeos • <i>Loligo vulgaris</i>	Mantarraya • <i>Manta birostris</i>	Rorcuál de Bryde • <i>Balaenoptera edeni</i>
Camarón de Mónaco • <i>Lyasmata seticaudata</i>	Marlin • <i>Thunnus</i> spp.	Sardina • <i>Sardinops sagax</i>
Cangrejo herradura • <i>Limulus polyphemus</i>	Medusa melena de león ártica • <i>Cyanea capillata</i>	Serpiente marina australiana • <i>Hydrophis melanocephalus</i>
Caracoles • <i>Trivia</i> sp.	Mero • <i>Epinephelus</i> spp.	Tiburón ballena • <i>Rhincodon typus</i>
Castor • <i>Castor canadensis</i>	Morenas del Mediterráneo • <i>Muraena helena</i>	Tiburón ballena • <i>Carcharodon carcharias</i>
Chuckwalla • <i>Sauromalus</i> spp.	Morsa • <i>Odobenus rosmarus</i>	Tiburón blanco • <i>Carcharodon carcharias</i>
Ciprés de Guadalupe • <i>Cupressus guadalupensis</i>	Narval • <i>Monodon monoceros</i>	Tiburón de arrecife • <i>Carcharhinus perezi</i>
Cocodrilo americano • <i>Crocodylus acutus</i>	Nautilo • <i>Argonauta nodosa</i>	Tiburón toro • <i>Carcharhinus leucas</i>
Cormorán • <i>Phalacrocorax carbo</i>	Orca • <i>Orcinus orca</i>	Tortuga laúd • <i>Dermodochelys coriácea</i>
Delfín común • <i>Delphinus delphis</i>	Oso polar • <i>Ursus maritimus</i>	Tortuga verde • <i>Chelonia mydas</i>
Dragón de Komodo • <i>Varanus komodoensis</i>	Palma de abanico • <i>Brahea edulis</i>	Totoaba • <i>Totoaba macdonaldi</i>
Dragón de mar violáceo • <i>Phycodurus eques</i>	Palmera de coco • <i>Cocos nucifera</i>	Trucha marrón • <i>Salmo trutta</i>
Elefante marino del sur • <i>Mirounga leonina</i>	Paloma de Socorro • <i>Zenaidra graysoni</i>	Trucha plateada • <i>Oncorhynchus mykiss</i>
Escinco de anteojos • <i>Oligosoma infrapunctatum</i>	Pelicano blanco • <i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Tuátara • <i>Sphenodon</i> spp.
Flamenco • <i>Phoenicopterus ruber</i>	Pez cardenal • <i>Apogon imberbis</i>	Vaca marina de Steller • <i>Hydrodamalis gigas</i>
Foca barbuda • <i>Erignathus barbatus</i>	Pez dragón • <i>Iliacanthus</i> sp.	Vaquita marina • <i>Phocoena sinus</i>
	Pez escorpión • <i>Pterois</i> sp.	

## Bibliografía selecta

- Beebe, W. 1934. *A half mile down*. Harcourt, Brace and Company, Nueva York.
- Carrer, Le, Olivier. 2007. *Océanos de papel. Historia de las cartas de marea: de los antiguos periplos al GPS*. Juventud, Barcelona.
- Carson, R. *The sea around us*. Oxford University Press, Nueva York.
- Clarke, S.C., M.K. McAllister, E.J. Milner-Gulland, G.P. Kirkwood, C.G.J. Michielsens, D.J. Agnew, E.K. Pikitch, H. Nakano y M.S. Shivji. 2006. Global estimates of shark catches using trade records from commercial markets. *Ecology Letters* 9:1115-1126.
- Cliff, N. 2012. *The last crusade: The epic voyages of Vasco da Gama*. Harper Perennial, Nueva York.
- Cousteau, J.Y. y F. Dumas. 1954. *El mundo silencioso*. Dumas, México.
- Deacon, M., T. Rice y C. Summerhayes. 2001. *Understanding the oceans: A century of ocean exploration*. UCL Press, Londres.
- Earle, S. 1996. *Sea change: A message of the oceans*. Ballantine Books, Nueva York.
- FAO. 2014. *The state of world fisheries and aquaculture: Opportunities and challenges*. Roma.
- Frost, O. 2003. *Bering: The Russian discovery of America*. Yale University Press, Yale.
- Green, J. 2007. *Los océanos*. McMillan Heinemann, Londres.
- Hamilton, N.A. 2010. *Scientific exploration and expeditions: From the age of discovery to the twenty-first century*. Armonk, Nueva York.
- Hoegh-Guldberg, O. et al. 2015. *Reviving the ocean economy: the case for action*. WWF International, Gland.
- Hoffman, J. 2007. *Science 101: Ocean science*. Harper Collins Publisher, Nueva York.
- Hohn, D. 2011. *Moby-duck*. Viking, Nueva York.
- Jason, R.A. y M. Huber. 2010. Mammalian biodiversity on Madagascar controlled by ocean currents. *Nature* 463: 653-656.
- Kunzig, R. 2007. *La exploración del mar*. Laeotli, Navarra.
- Kunzig, R. 2000. *Mapping the deep: The extraordinary story of ocean science*. Norton, Nueva York, NY, EUA.
- Larson, E.J. 2011. *An empire of ice: Scott, Shackleton and the heroic age of Antarctic science*. Yale University Press, New Haven.
- McCaughey, D., M. Pinsky, S. Palumbi, J. Estes, F. Joyce, y R. Warner. 2015. Marine defaunation: Animal loss in the global ocean. *Science* 347 DOI: 10.1126/science.1255641
- Roccliffe, S., S. Peabody, M. Samoily y J.P. Hawkins. 2014. Towards a network of locally managed marine areas (LMMAs) in the Western Indian Ocean. *PLoS ONE* 9(7): e103000.
- Safina, C. 1997. *Song for the blue ocean*. Holt Paperbacks, Nueva York.
- Safina, C. 2002. *Eye of the albatross*. Holt Paperbacks, Nueva York.
- Spalding, M.D., I. Meliane, A. Milam, C. Fitzgerald, y L.Z. Hale. 2013. Protecting marine spaces: global targets and changing approaches. *Ocean Yearbook* 27:213-248.

## Fotografías primeras páginas

PÁGINA 2 Un pez volador de Sutton levanta el vuelo sobre el mar de Adamán, localizado al sureste del golfo de Bengala. Los peces voladores, que comprenden cerca de 70 especies, se encuentran en prácticamente todos los océanos y mares tropicales del mundo. (DF/NPL)

PÁGINA 4 El océano Ártico, localizado en el extremo norte de nuestro planeta, es rodeado por Norteamérica y Eurasia. Se encuentra cubierto por enormes masas de hielo, principalmente durante el invierno. Al llegar el verano, el aumento de la temperatura provoca el derretimiento de la mayor parte de este hielo, que se desprende en forma de enormes bloques que caen al mar y se derriten poco a poco mientras viajan a la deriva. (IM/NGC)

PÁGINA 6 Las olas son ondulaciones producidas cuando las corrientes de viento agitan por medio de fricción la superficie de mares y océanos. Estas ondulaciones pueden medir unos pocos centímetros o llegar a formar olas de gran tamaño, como las de las costas de Hawái. (BB/LSM)

PÁGINA 8 El Parque Nacional Isla del Coco se encuentra en el océano Pacífico, a 532 km de la costa en aguas pertenecientes a Costa Rica, y cuenta con una extensión de más de un millón de hectáreas. Esta área es de vital importancia para tiburones y atunes, especies gravemente sobreexplotadas por las pesquerías alrededor del mundo. (MC/SP)

PÁGINA 10 Las playas de tranquilas aguas combinadas con tonos azules vibrantes son características del mar Caribe. Aquí, una playa dentro de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, en el estado mexicano de Quintana Roo. (CCK)

PÁGINA 14 Los arrecifes son uno de los ecosistemas más diversos de nuestro planeta; sólo son igualados en número de especies y complejidad de interacciones biológicas por los bosques tropicales húmedos. Este espectacular arrecife se encuentra dentro del Triángulo de Coral. (ED/SP)

PÁGINA 16 La prohibición de la caza de ballenas ha permitido recuperar las poblaciones de especies como el rorcual de Bryde, muchas de las cuales

estuvieron a punto de desaparecer. Aquí, este ejemplar atraviesa un cardumen de sardinas en la costa este de Sudáfrica. (DP/SP)

PÁGINA 18 Las islas de Hawái son un referente de biodiversidad y salud de los ecosistemas marinos. En esta imagen, una tortuga verde es limpiada por un equipo de coloridos peces que incluye cirujanos y lábridos, algunos endémicos de este archipiélago. (MU/SP)

PÁGINA 20 El mar Rojo se encuentra entre África e India, formando parte del océano Índico. Aunque las tierras que lo rodean son principalmente áridas y semiáridas, los arrecifes de coral prosperan en sus aguas debido a su profundidad y circulación adecuada. Especies características de este mar incluyen a la anémona magnífica y el pez payaso de dos bandas. (DB/LSM)

PÁGINA 26 En el océano Pacífico es común encontrar islas volcánicas de espectaculares paisajes. La isla Socorro es parte del archipiélago mexicano de las islas Revillagigedo, ubicado a unos 600 km mar adentro. Esta isla tiene una altitud máxima de 1 050 metros. Debido a su aislamiento de la masa continental, la mayoría de su flora y fauna es endémica. (CCK)

PÁGINA 28 La manta águila es un pez cartilaginoso ampliamente distribuido en nuestro planeta. Habita en prácticamente todos los mares y océanos tropicales, prefiriendo aguas costeras o semipelágicas. (MU/SP)

PÁGINA 32 La beluga o ballena blanca habita en el océano Ártico y en las estribaciones más norteñas del Atlántico. Durante buena parte del año las aguas están cubiertas por una gruesa capa de hielo y sus temperaturas oscilan entre 1 y 3°C. Entre las características que han permitido a estos animales sobrevivir en este ambiente se encuentran la presencia de una gruesa capa de grasa bajo su piel, un eficiente sistema de ecolocalización y un color blanco que las vuelve menos visibles a los ojos de sus depredadores. (FN/LSM)

## Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a Fundación Carlos Slim y a Teléfonos de México por su invaluable apoyo a lo largo de estos años para la elaboración de este excepcional proyecto editorial que difunde temas ambientales de relevancia sobre la diversidad biológica de México, América y el mundo, y los retos de su conservación. Agradecemos especialmente al Lic. Héctor Slim Seade por su confianza y compromiso para la consecución de este proyecto.

Agradecemos también el interés y las importantes aportaciones informativas para la realización de este libro de la Secretaría de Marina-Armada de México así como el apoyo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Nuestro más sincero agradecimiento también a nuestros amigos y colegas Paul R. Ehrlich, Jesús Pacheco y Karla Pelz Serrano, con quienes hemos discutido estos temas ambientales. A nuestro amigo y connotado conservacionista Carl Safina por el prólogo de este libro y a Graciela Chacón por la coordinación del proyecto.

A nuestras familias que han sido fuente importante de inspiración y de apoyo constante. A Guadalupe Mondragón, Pablo Ceballos, Regina Ceballos, Patricia Manzano, Erin List, Melosa Granda, Dalia Sierra, José María Sierra, Alfredo Ponce, Guadalupe Ponce, Angélica Ponce, Maritza Ponce, Mia, Paulo y Matthew Mitchell, José Martínez y Maribel Estévez y Diana Steller.

Finalmente queremos expresar nuestro agradecimiento al equipo de colaboradores y amigos que con su dedicación y trabajo han hecho posible lograr la calidad de esta obra editorial. A Rosalba Becerra por el diseño y coordinación editorial, a Claudio Contreras Koob por su trabajo iconográfico y a Xitlali Aguirre Dugua por la revisión y corrección de estilo.



Atardecer en la costa de California. (CC)

Coordinación: GERARDO CEBALLOS y RURIK LIST

Diseño: ROSALBA BECERRA

Diseño de portada: TELMEX

Investigación iconográfica: CLAUDIO CONTRERAS KOOB

Pies de foto: EDUARDO PONCE Y RODRIGO SIERRA

Corrección de textos: XITLALI AGUIRRE DUGUA

Cuidado editorial: TRAZOS, CONSULTORÍA EDITORIAL

#### Fotografía:

AB/NPL	Adam Burton / Nature Picture Library	FP/SP	Fritz Poelking / SeaPics.com	NW/LSM	Norbert Wu / Latinstock México
AH/NPL	Alex Hyde / Nature Picture Library	GC	Gerardo Ceballos	OA	Octavio Aburto
AL/BP	Antoine Lorgnier / Biosphoto	GD/LSM	Grant Dixon / Latinstock México	OH/NPL	Orsolya Haarberg / Nature Picture Library
AM/NPL	Alex Mustard / Nature Picture Library	GD/NPL	Georgette Douwma / Nature Picture Library	OJL/NPL	Ole Jorgen Liodden / Nature Picture Library
AMH/DD	Andres Morya Hinojosa / DanitaDelimont.com	GE/2020V/NPL	Guy Edwardes /2020VISION/ Nature Picture Library	PC/SP	Phillip Colla / SeaPics.com
AS/SP	Andre Seale / SeaPics.com	GJ/DD	Greg Johnston / DanitaDelimont.com	PN/LSM	Piotr Naskrecki /Latinstock México
ASI/NGC	Alaska Stock Images / National Geographic Creative	GS/NGC	George Steinmetz / National Geographic Creative	PN/NGC	Paul Nicklen / National Geographic Creative
AW/NPL	Alan Watson / Nature Picture Library	HH/SP	Hisao Hamura / SeaPics.com	PO/LSM	Pete Oxford /Latinstock México
BB/LSM	Bob Barbour / Latinstock México	IA/NPL	Ingo Arndt / Nature Picture Library	PR/SPL	P. Rona/Oar/National Undersea Research Program/Noaa /Science Photo Library
BC/NPL	Ben Cranke / Nature Picture Library	IM/NGC	Ira Meyer / National Geographic Creative	PS/NPL	Peter Scoones / Nature Picture Library
BF/BP	Borut Furlan / Biosphoto	JCM/BP	Juan Carlos Muñoz / Biosphoto	RD/SP	Reinhard Dirscherl / SeaPics.com
BH/NGC	Bill Hatcher / National Geographic Creative	JD/NGC	Jad Davenport / National Geographic Creative	RK/SP	Rodger Klein / SeaPics.com
BJS/NGC	Brian J. Skerry / National Geographic Creative	JD/NPL	Jack Dykinga / Nature Picture Library	RLH/NGC	Ralph Lee Hopkins / National Geographic Creative
BW/LSM	Birgitte Wilms / Latinstock México	JF/NPL	Jurgen Freund / Nature Picture Library	SA/NGC	Stephen Alvarez / National Geographic Creative
BW/NGC	Beth Wald / National Geographic Creative	JJP/BP	Jean-Jacques Pangrazi / Biosphoto	SB/LSM	Stephen Belcher / Latinstock México
CC/LSM	Carr Clifton / Latinstock México	JQ/SP	Joao Quaresma /SeaPics.com	SC/BP	Sylvain Cordier / Biosphoto
CC/LSM	Carr Clifton / Latinstock México	JS/NGC	Joel Sartore / National Geographic Creative	SD/SP	Susan Dabritz / SeaPics.com
CCK	Claudio Contreras Koob	JV/LSM	Jan Vermeer / Latinstock México	SG/NPL	Sergey Gorshkov / Nature Picture Library
CMF/NPL	Chris & Monique Fallows / Nature Picture Library	JW/NGC	Jeff Wildermuth / National Geographic Creative	SZ/NPL	Solvin Zankl /Nature Picture Library
CR/LSM	Cyril Ruoso / Latinstock México	KK/NGC	Kent Kobersteen / National Geographic Creative	TAJ	Thomas A. Jefferson
CR/NGC	Cory Richards / National Geographic Creative	KN/NGC	Klaus Nigge / National Geographic Creative	TL/NGC	Tim Laman / National Geographic Creative
CS/BP	Christopher Swann / Biosphoto	KS/LSM	Kevin Schafer / Latinstock México	TM/NGC	Thomas Mangelsen / National Geographic Creative
CSO/NPL	Cheryl-Samantha Owen / Nature Picture Library	LAA/NGC	Lola Akinmade Akerstrom / National Geographic Creative	TM/NPL	Tim Laman / Nature Picture Library
CW/NGC	Carlton Ward / National Geographic Creative	LF/BP	Luis Ferreira / Biosphoto	TPP/NGC	Thomas P. Peschak / National Geographic Creative
DB/LSM	Dray van Beeck / Latinstock México	LJS	Luis Javier Sandoval	TR/LSM	Tui De Roy / Latinstock México
DD/NGC	David Doublet / National Geographic Creative	MC/BP	Michel Cavalier / Biosphoto	VU/NPL	Visuals Unlimited / Nature Picture Library
DF/NPL	David Fleetham / Nature Picture Library	MC/SP	Mark Carwardine / SeaPics.com	WM/LSM	Wil Meinderts / Latinstock México
DGT	Daniel Garza Tobón	MC/SP	Mark Conlin / SeaPics.com	WP/BP	Wolfgang Poelzer / Biosphoto
DN/NPL	David Noton / Nature Picture Library	MH/BP	Martin Harvey / Biosphoto	WP/SP	Wolfgang Poelzer / SeaPics.com
DP/NPL	Doug Perrine / Nature Picture Library	MM/NGC	Michael Melford / National Geographic Creative	WWE/L/NPL	Wild Wonders of Europe / Lundgren / Nature Picture Library
DP/SP	Doug Perrine / SeaPics.com	MP/NGC	Michael Poliza / National Geographic Creative	WWE/PH/NPL	Wild Wonders of Europe / Popp-Hackner / Nature Picture Library
DP&EPC/LSM	D. Parer & E. Parer-Cook / Latinstock México	MPF/LSM	Michael-Patricia Fodgen / Latinstock México	WWE/R/NPL	Wild Wonders of Europe / Relanzón / Nature Picture Library
DRS/SP	D. R. Schrichte /SeaPics.com	MS/LSM	Misja Smits / Latinstock México	WWE/W/NPL	Wild Wonders of Europe / Widstrand / Nature Picture Library
ED/SP	Ethan Daniels / SeaPics.com	MSY/NGC	Michael S. Yamashita / National Geographic Creative	YM&JE/LSM	Yva Momatiuk & John Eastcott / Latinstock México
EJ/NPL	Ernie Janes / Nature Picture Library	MT/NGC	Mike Theiss / National Geographic Creative		
FB/NPL	Floris van Breugel / Nature Picture Library	MU/SP	Masa Ushioda / SeaPics.com		
FB/SP	Franco Banfi / SeaPics.com	NR/NGC	Norbert Rosing / National Geographic Creative		
FL/BP	Frans Lanting / Biosphoto				
FL/NGC	Frans Lanting / National Geographic Creative				
FN/LSM	Flip Nicklin / Latinstock México				

---

Impresión: Toppan Printing Co. (China) Ltd

DR® de la primera edición Teléfonos de México, S.A.B. de C.V., 2015

Parque Vía 190, Col. Cuauhtémoc, C.P. 06599, México, D.F.

ISBN 978-607-9057-05-3

Todos los derechos reservados

Ninguna parte del contenido de este libro puede ser reproducida

por ningún medio sin el permiso escrito del titular de los derechos de autor.



### Gerardo Ceballos

Investigador del Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Su pasión desde niño ha sido la observación de animales silvestres y de la naturaleza. Es ecólogo y conservacionista especializado en animales en peligro de extinción y en áreas naturales protegidas. Ha escrito más de 40 libros y 450 artículos científicos. Entre sus aficiones están escribir, fotografiar, dibujar y viajar. Ha recibido numerosos reconocimientos como el Premio Nacional al Merito Ecológico, la Beca Guggenheim y haber sido nombrado miembro extranjero de la Academia de Artes y Ciencias de los Estados Unidos de América.

### Rurik List

Biólogo de la conservación dedicado al estudio de carnívoros y vertebrados amenazados. Ha trabajado en la reintroducción del hurón de patas negras, el lobo mexicano y el bisonte, así como en la protección de áreas prioritarias para la conservación. Dedicar parte de su tiempo a la divulgación mediante conferencias, artículos y exposiciones, apoyándose en la fotografía que es una de sus pasiones. Es el presidente de la Sección de América Latina y el Caribe de la Sociedad para la Biología de la Conservación y profesor de la Universidad Autónoma Metropolitana-Lerma.



### Lourdes Martínez

Bióloga con experiencia en la conservación de fauna silvestre. Cuenta con una maestría en Biología Ambiental por parte de la UNAM y actualmente estudia el Doctorado en el Centro para la Salud de los Océanos de la Universidad de California, en Santa Cruz. Su investigación está enfocada en estudiar la ecología de los grandes vertebrados marinos, especialmente aquellos críticamente amenazados como la tortuga carey, y en analizar la efectividad de las áreas marinas protegidas para la conservación de sus recursos.

### Donald A. Croll

Catedrático del Departamento de Ecología y Biología Evolutiva de la Universidad de California, en Santa Cruz. Estudia los impactos de las especies introducidas en los ecosistemas insulares, particularmente a través de la introducción y erradicación de individuos. También se ha dedicado a comprender la ecología de los grandes depredadores marinos examinando la interacción entre su historia de vida, los procesos oceanográficos y la distribución de las presas, con el propósito de desarrollar medidas de conservación viables. Es cofundador de Island Conservation, organización no lucrativa dedicada a la prevención de las extinciones en las islas y la protección de sus procesos ecológicos.



### Rodrigo Sierra

Conservacionista y fotógrafo, hace énfasis en la interacción entre cultura y naturaleza con el objetivo de comunicar problemas socioambientales y mejorar el manejo de los recursos naturales. Su trabajo ha sido publicado en revistas como *Ecology*, *Southwestern Naturalist*, *The Journal of Wilderness* y *PlosOne*. Candidato a Doctor por la UNAM, ha sido investigador residente en el Jornada Experimental Range del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América y el Departamento de Geografía de la Universidad de California Berkeley. Desde el año 2002 trabaja en el norte de México desarrollando proyectos de investigación y de conservación a gran escala.

### Eduardo Ponce

Biólogo de la conservación dedicado al estudio de especies amenazadas, así como a la creación y manejo de áreas naturales protegidas en México. Su trabajo se ha centrado en comprender y revertir el conflicto que hay entre la diversidad biológica y los agentes sociales, políticos y económicos involucrados en el deterioro ambiental. Ha colaborado en la creación y el manejo de la Reserva de la Biosfera Janos en Chihuahua y en la Zona de Protección de Flora y Fauna Cuenca del Río Magdalena en el Distrito Federal.



Océano **ÁRTICO**

Océano  
**ATLÁNTICO**

MAR  
ARÁBIGO

MAR DE  
FILIPINAS

Océano  
**ÍNDICO**

Océano **ANTÁRTICO**

