

# Atlántico: un océano envolvente e intemporal donde percibir naturaleza

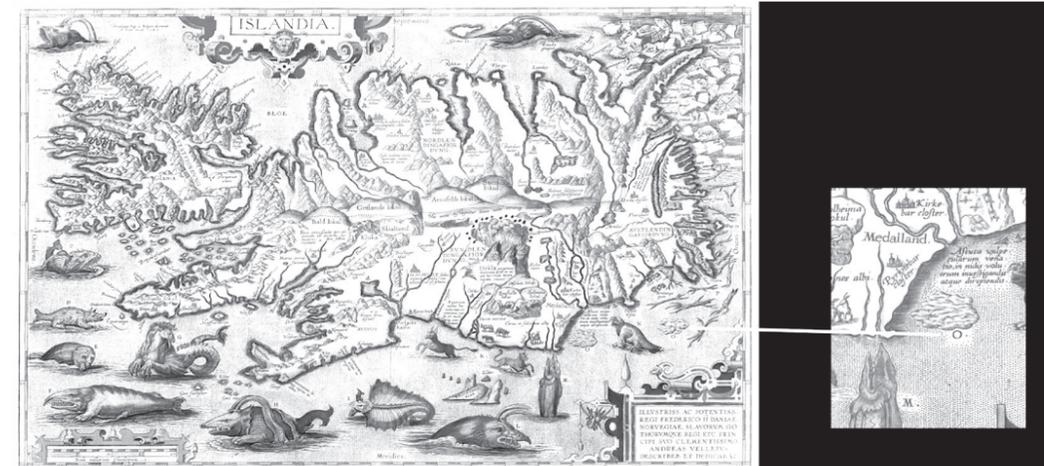
María Fátima Hernández Martín

Hablar del Atlántico se supone tarea ardua y compleja, por tratarse de asunto amplio de comentar. Por eso, recordé un ensayo de Herman Melville, titulado *Viajar*. En el prólogo del libro, el autor se disculpa con sus lectores porque no sabe si será capaz de abordar aspectos del océano Pacífico (ese era el tema) en su totalidad, e insistiendo en que destacará aquello más interesante desde su punto de vista, adornando el texto del libro, si se le presenta la oportunidad, con algunas anécdotas susceptibles de ser contadas.

El tema de nuestro artículo (=Atlántico) es amplísimo y mucho me temo que no sea capaz de abarcarlo en su totalidad de forma exhaustiva. Por eso me propongo abordar el Atlántico bajo diferentes aspectos, añadiendo, si se presenta la ocasión, algunas anécdotas susceptibles de ilustrar mi conferencia.

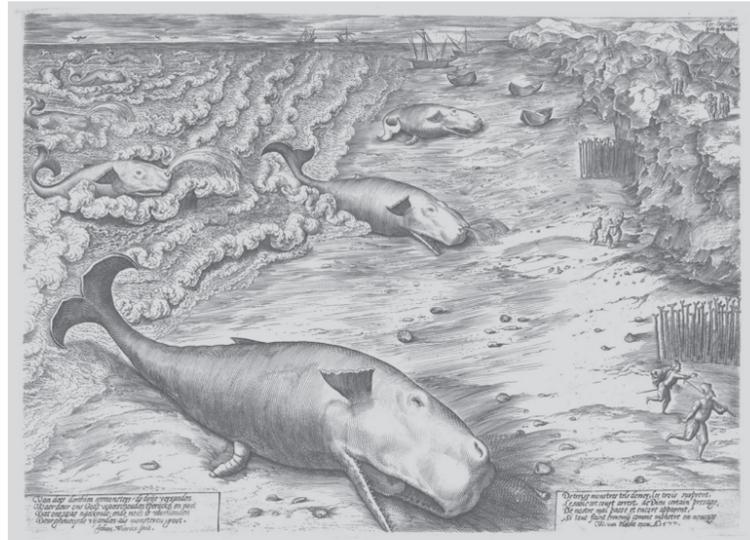
Herman Melville (fragmento de *Viajar*, modificado)

Así que, con permiso de Melville...



Mapa de Islandia del Atlas *Theatrum orbis terrarum* de Ortelius, publicado en 1570, donde se puede observar el dibujo de las piedras de ámbar (*hualambur*), lo que destaca su abundancia e importancia por entonces

Este texto corresponde a la conferencia inaugural del curso 2022-2023 del Instituto de Estudios Hispánicos, pronunciada el día 12 de octubre de 2022 en el Ayuntamiento del Puerto de la Cruz.



Three Beached Whales de Johan Wierix (entre 1549-1615). Fine Arts Museum of San Francisco (Estados Unidos). Varamientos de cetáceos en épocas pasadas.

Hay diferencias notorias entre océanos y tierras. La alimentación por filtración, el fenómeno de la bioluminiscencia (producción de luz biológica) o la vida en tres dimensiones (a lo largo, a lo ancho y en toda la columna de agua) son características muy abundantes y exclusivas, en ocasiones, del medio marino; pero, escasas o no, existen en tierra. Pensemos –por ejemplo– en la bioluminiscencia que, siendo altamente frecuente en el medio marino (destellos nocturnos en moluscos, crustáceos, peces, algas...), es muy rara en medio terrestre (solo detectable en algunas luciérnagas y unos pocos hongos de las espesuras más oscuras y profundas de los bosques). Lo mismo ocurre con la alimentación por filtración, una tipología de

ingesta que no se observa en tierra. Dicen algunos autores que la forma de captar alimento de las arañas podría equipararse, pero evidentemente no se puede catalogar como tal.

Además, tengamos en cuenta que, mientras que son las selvas y los bosques tropicales los que acogen los puntos calientes de biodiversidad (los llamados *hotspots*), en los océanos depende del tipo de comunidad a que hagamos referencia: costero, pelágica o de grandes profundidades, para encontrar estas concentraciones (Lotze, 2021). A esto habremos de añadir que los océanos están muy poco estudiados (solo un 2%), las especies censadas oficialmente están en torno a 250.000 (Mora et al., 2011) y aún queda mucho por descubrir, especialmente sorpresas en las grandes profundidades, respecto a organismos presentes en fumarolas hidrotermales, emanaciones frías, zonas de mínimo oxígeno o cadáveres de ballenas, con comunidades relevantes en relación con las aguas superficiales.

De hecho, si somos conscientes de que la biodiversidad sostiene funciones que son esenciales (calidad del aire y del agua, control natural de patógenos o polinización, por citar aquellas más destacadas), ¿qué olvidamos acerca de las aguas oceánicas?

Tal y como nos recuerda Lotze (2021), el océano, su biodiversidad marina en concreto, es esencial para el mantenimiento de estructuras y funciones, suministrando servicios de todo tipo, a escala local, regional y global, es decir, captación de CO<sub>2</sub> (sumidero de carbono), exhalación de oxígeno a la atmósfera, componentes para farmacología... Servicios que suministran desde seres de pequeña talla hasta gigantes cetáceos que surcan los senderos oceánicos.

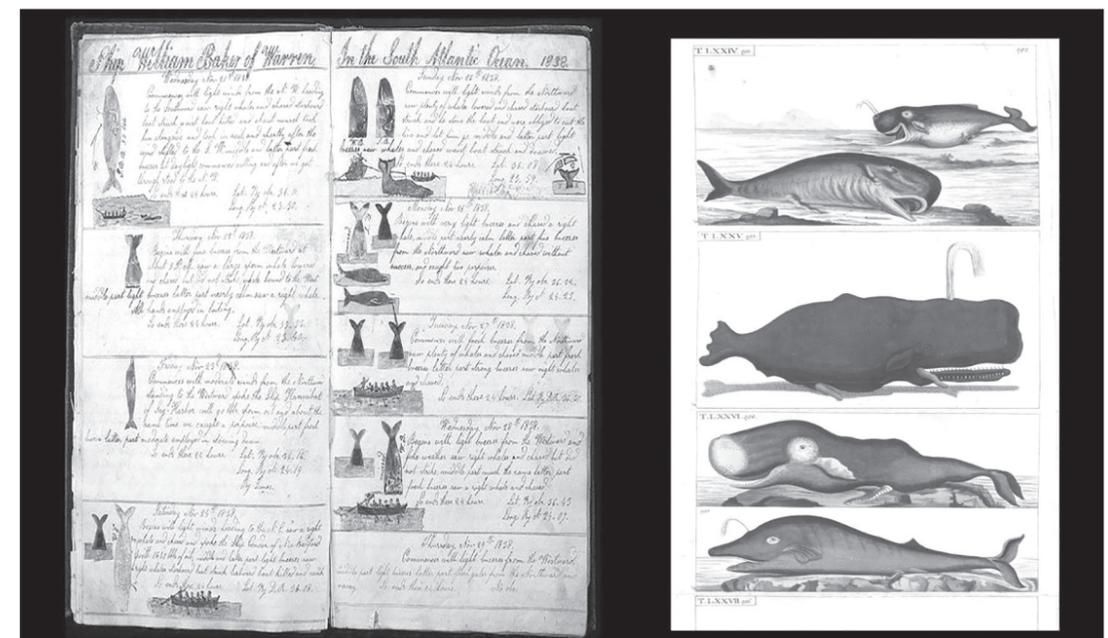
Hemos de decir, además, que los océanos exhalan oxígeno (entre un 50 o 60% del oxígeno de la atmósfera a partir del fitoplancton –algas unicelulares– de las aguas superficiales de los océanos), mucho más que bosques y selvas tropicales; producen alimento (industrias de pesquerías); controlan el clima; captan, utilizan y almacenan CO<sub>2</sub>, y, por qué no exponerlo, nos permiten un disfrute delicioso de las zonas costeras. Por tanto, preservar la biodiversidad es preservar egoís-

tamente el derecho a mantener unos servicios que son muy necesarios, a los humanos y no humanos, para la vida en el planeta.

Unos océanos que no siempre estuvieron dispuestos de la misma forma. En el caso del Atlántico, hace unos 240 millones de años, cuando se empezó a configurar este océano y las placas se estaban separando, se iniciaba un proceso que ha llevado a la disposición actual, lo que ha influido no solo en la evolución: también en la distribución de especies.

Nos hemos desarrollado en torno a una naturaleza que no nos era indiferente. En relación con el eterno conflicto humano/vida silvestre, según Nyhus (2016), al igual que en el medio terrestre, es importante destacar el papel de los océanos. De hecho, en el medio marino dicha relación no solo puede adoptar las formas de ataques directos, mordeduras, picaduras o colisiones, agresiones, sino toda suerte de impactos relacionados con la contaminación, la remodelación y modificación del hábitat natural, la extracción de recursos, el turismo y la recreación, artes de pesca, actividades de recolección y, en los últimos tiempos, especialmente, el exceso de vertidos de plástico.

Relación iniciada desde tiempos ancestrales, desde las civilizaciones egipcia o cretense, cuyas pinturas murales en palacios y tumbas reflejan un interés por la vida acuática y marina (naturaleza) que les sorprendía por sus formas, hasta los viajes de exploración, donde navegantes, exploradores o aventureros se van encontrando con una biodiversidad que era novedosa y la plasman, la dibujan en sus cuadernos de notas. Con el paso del tiempo, a los puertos de Europa va llegando toda suerte de colecciones. Navíos cargados de exhaustos animales, plantas, sobre todo árboles (en puertos del norte) para la obtención de maderas de diversas clases, destinadas a los artistas de la época, como quedó reflejado en las obras pictóricas de los maestros flamencos. Respecto a los abundantes *gabinetes de naturalia*, sobresalen los de boticarios, cuyas trastiendas presentaban habitáculos que custodiaban piezas de todo origen y procedencia.



Notas y dibujos sobre cetáceos, realizadas por marineros y aventureros.

A principios del siglo XVII, muchos artistas (en concreto, en los Países Bajos) reprodujeron escenas de cocina y mercados, los llamados *Fish Markets*, que reflejan detalles de especies de interés para alimentación, en las cuales la calidad, cantidad y diversidad nos sorprenden incluso en la actualidad. En especial, los trabajos de Abraham Bloemaert, Cornelis van Haarlem, Jan Pynas, Frans Badens II, Pieter Lastman, David Vinckboons, Frans Snyder o Cornelis van der Voort. Artistas fascinados por todo aquello que estaba presente, se ingería o se vendía en orillas, mercados populares o puertos, enclaves por donde llegaban desde tierras lejanas y que, poco a poco, empezaban a conocerse más a fondo, a ser familiares a los europeos; toda suerte de invertebrados marinos y terrestres y vertebrados (incluso ciertas piezas sorprendentes, como dientes de narvales que se hallaban por entonces vinculados con extraños seres que poblaban las aguas, *unicornios marinos* los llamaban).

Más adelante, según Esteva-Grillet (2009), en concreto durante el siglo XIX, tanto en Europa como en América prosperó el interés por el paisaje. La asociación de algunos pintores con empresas científicas permitió el descubrimiento de un paisaje con un carácter fisonómico e ilustrativo diferente. El mundo de la botánica se miraba de otra manera, con identificación de las especies, como es el caso del lienzo *El corazón de los Andes*, de Frederic Edwin Church.

Respecto al caso que nos ocupa, el Atlántico siempre había sido llamado, denominado, *mar tenebroso*, y fue, a principios del siglo XVI, el más temido de los mares conocidos y navegados y, por tanto, el escenario natural en el que se ubicaron los monstruos marinos más pavorosos. En *Theatrum orbis terrarum*, de Abraham Ortelius, publicado en 1570, se exponen prodigios marinos, al igual que en ciertos grabados de la *Cosmographia* de Sebastian Münster (1550). El paradigma fue, sin duda, la ballena. De hecho, Jorge L. Borges, en su *Libro de los seres imaginarios* (basado en un bestiario anglosajón, escrito entre los siglos III y V), se refiere a la ballena en estos términos:

...hablaré también en este cantar de la poderosa ballena. Es peligrosa para todos los navegantes. Los marineros que la ven lo toman por una isla. Amarran sus navíos de alta proa a la falsa tierra y desembarcan sin temor de peligro alguno... Acampan, encienden fuego y se duermen, rendidos.

Y es que ya Plinio el Viejo, en su *Historia Natural*, libro IX, dice del cachalote: «se levanta a modo de inmensa columna y poniéndose más alto que las velas de las naves, eructa una especie de diluvio». También cuenta Plinio que otra bestia terrible del estilo de las ballenas y la mayor enemiga de ellas es la orca, «cuyo aspecto no podría representarse mejor por ninguna otra imagen que por la de una terrible mole de carne con dientes». Podemos suponer que eran tan abundantes estos cetáceos que incluso el ámbar era señalado en los mapas de la antigüedad. Si nos fijamos, por ejemplo, en el mapa de Ortelius (publicado el año 1570), respecto a Islandia, incluso visualizamos el ámbar (vómitos de cetáceos, producto de bolos alimenticios, que se expulsan al océano, se oxidan y flotan en las aguas o bien encallan en las playas), piedras de gran valor para los perfumistas y que se denominaba por entonces *hualambur*.

En el caso de Canarias, las Islas, señaladas en los mapas, no fueron ajenas a estos animales. Así, Plinio el Viejo comentaba: «estas islas están infestadas de animales en putrefacción, que son arrojados allí constantemente» (libros III-VI). Domenico Bandini (1335-1418), autor de la obra *Fons Memorabilium Universi*, al referirse a las Islas señala: «animales marinos al pudrirse son arrojados por el mar e impregnan todo el territorio de la isla [con olor desagradable]». Aquí, se incluirían también grandes cefalópodos (*Architeuthis dux* o especies afines), cuyos restos aparecen en ocasiones varados en las playas canarias, al igual que toda clase de peces, caso de los llamados lunas (*Mola mola* o *Masturus lanceolatus*) o sables (*Regalecus* sp.), con tallas considerables y difíciles de observar –por lo general– debido a su modo de vida.

También son curiosas las referencias a delfines en *Le Canarien*: «y nos han dicho los marineros que, más allá de la isla de El Hierro, directamente hacia el sur, a 11 leguas de allí, está una isla que se llama de los Reyes y ...hay peces muy extraños que se yerguen derechos cuando oyen venir las naves y las esperan hasta llegar cerca de ellos y cuando recaen en la mar dan una gran golpe, tanto que se les oye desde muy lejos ...y los marineros los llaman sirenas y después de haberlos visto, seguramente habrá tormenta», observando una vinculación entre la calma chicha, motivada por cambios de presión, y la posterior llegada de tormentas habituales, borrascas desde el punto de vista de la meteorología.



La zona costera sin alteraciones antrópicas -en épocas pasadas- tendría una biomasa exuberante.

Sobre la frecuencia y abundancia de cetáceos da prueba Viera y Clavijo, en cuyo diccionario en relación al término *ballena* puede leerse:

...en mayo de 1747 amanecieron en el Puerto de la Luz de Canaria, otros treinta y siete animales cetáceos de ambos sexos, todos ya muertos, de los cuales se sacó mucha grasa. En 1750, aportó una ballena en las inmediaciones de Garachico de Tenerife. Y en 1796, se recogieron en Arrecife de Lanzarote más de treinta cachalotes de que se aprovecharon del modo que pudieron aquellos vecinos.

Dicho aprovechamiento incluyó también el ámbar gris, ya mencionado, cuya presencia (piedras similares a callaos, encalladas en orilla y con extraño aroma) ha

dado nombre a algunas de las playas canarias (caso de playa Lambra, La Graciosa), y, curiosamente, objeto de destacados litigios de la época (véase la obra *Vida de Argote de Molina*; Palma Chaguaceda, 1973).

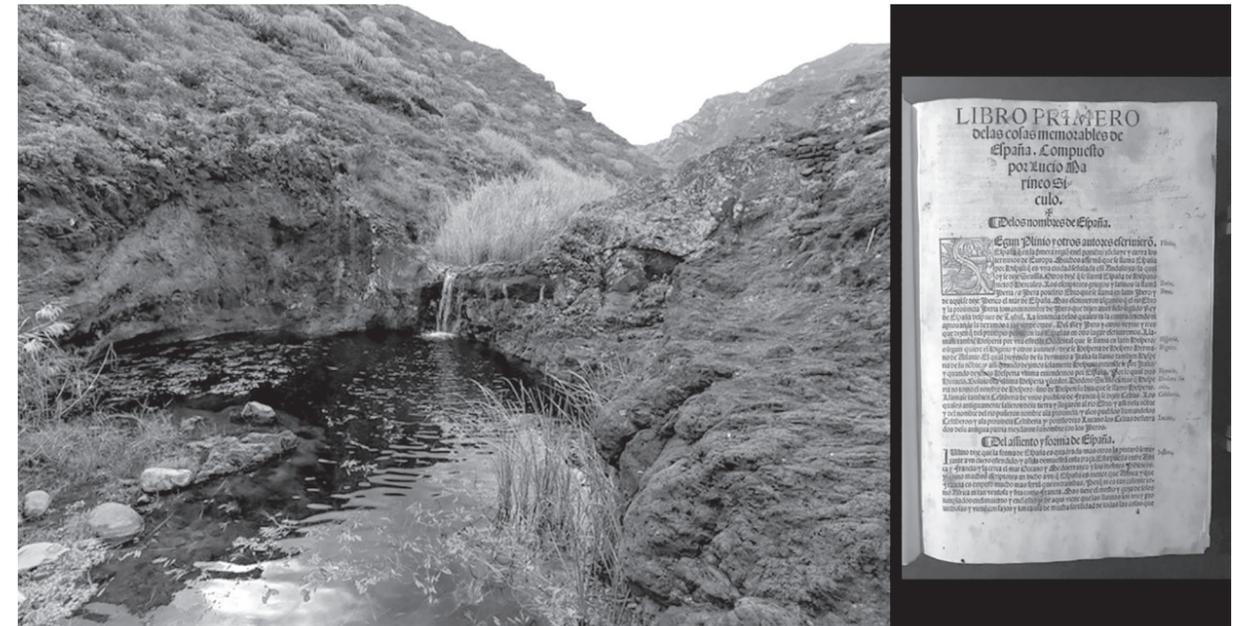
Juan de Vega vende a Argote de Molina, conde de Lanzarote, una pella de ámbar en 1.500 ducados, recibiendo 1.500 reales de contado, y el resto, en letras se dicta mandamiento embargando los 1.500 reales que tenía Juan de Vega, como señal de la venta de la pella de ámbar, quien se opone al embargo alegando que esos reales son suyos por incumplimiento del contrato por parte de Argote que, además, éste tenía en el puerto de Santa Cruz casas y créditos a su favor.

Unos cetáceos especialmente dibujados por marineros, balleneros y aventureros, si bien con grandes problemas de rigor y exactitud, debido al avanzado estado de descomposición por muerte en que se encontraban los animales, es decir, no muy bien plasmados en iconografía. En *Memorias de un veinteañero*, Conan Doyle describe sus experiencias mientras fue tripulante del *Hope*, siendo interesante consultar sus anotaciones sobre la vida de los cetáceos en alta mar. Organismos que, junto a otros vertebrados (peces, tortugas...), juegan un papel fundamental en la captación y almacenamiento de carbono en el océano, según nos detallan las últimas investigaciones (Martin *et al.*, 2022)

De hecho, dentro de las comunidades relacionadas con las bacterias que utilizan sulfuro de hidrógeno y metano para generar materia, se hallan los cadáveres, los esqueletos de ballenas que, en grandes profundidades, soportan y originan nueva vida. Señalan los expertos, en los cadáveres, una primera fase carroñera en la que peces y crustáceos consumen los tejidos blandos (con dos años de duración); una segunda fase (llamada oportunista), donde los huesos son colonizados por poliquetos y crustáceos (también en torno a dos años de duración), y una tercera, conocida como quimiótrfica o sulfofílica (más amplia en tiempo, alrededor de cincuenta años), durante la cual las bacterias generan sulfuro (a partir de lípidos del interior de huesos), atrayendo más organismos. Algo similar a lo que acontece en las fumarolas hidrotermales (negras y blancas) o las emanaciones frías de las grandes profundidades, enclaves donde existen comunidades de organismos gigantes de variada tipología (moluscos, gusanos, crustáceos...) que no dependen de la energía lumínica, inexistente a esas profundidades.

Antaño, sin embargo, se hablaba de nereidas, sirenas, tritones o caballitos de mar. De hecho, respecto al mito de las sirenas, en el registro 146 del libro de bitácora del miércoles 9 de enero del año del Señor de 1493 (*Viajes de Cristóbal Colón*), puede leerse: «El día pasado, cuando el Almirante iba al Río del Oro, dijo que vio tres sirenas que salieron bien alto de la mar, pero no eran tan hermosas como las pintan... Dijo que otras veces vio algunas en Guinea, en la Costa Manegueta». En realidad, lo que había visto Colón, al igual que otros navegantes, eran sirénidos, unos mamíferos acuáticos, que no exclusivamente marinos, los manatíes y dugones de los océanos y los estuarios y cursos fluviales de algunos ríos, animales que amamantan a sus crías y emiten unos sonidos que, a buen seguro, confundieron a los antiguos marineros. De hecho, el mito de las sirenas perduró en el tiempo. Así, el libro titulado *Poissons, Ecrevisses et Crabes* (Amsterdam, 1754), del autor Louis Renard (1678-1746), publicado por primera vez en 1718, incluye una sirena del océano Indo-Pacífico dentro del catálogo de especies de la zona. Otros

animales también fueron –con el tiempo– desmitificados, como los calamares gigantes, grandes enigmas de la biología por habitar a profundidad y cuyos restos aparecen en raras ocasiones flotando o encallados en costas. La recogida de un fragmento de calamar por el buque *Alecton*, al norte de Tenerife, en noviembre de 1861, provocó que estos organismos abandonaran el campo de la criptozoología. Dicho fragmento impresionó al erudito Sabino Berthelot, a la sazón cónsul de Francia, que envió la documentación a la Academia de Francia reconociendo (validando) la existencia de estos animales, un hecho que se publicó en todos los periódicos del momento. Otros mitos son los peces sables (género *Regalecus*), de talla considerable. De ahí que algunos autores nos hablan de que son las impresiones, más que el conocimiento, lo que ha determinado nuestra percepción de las aguas profundas.



Marineo Siculo (1460-1533), humanista e historiador siciliano, en su libro *De las cosas memorables* (XIX) del año 1530, en referencia a Canarias habla de *peces siluros* (quizás anguilas) y *juncos en los ríos* (barrancos)...

Otros fenómenos han causado extrañeza a la sociedad desde tiempos pasados. Dicen que los antiguos sentían terror cuando observaban extrañas coloraciones en el agua, fenómeno que provocaba pavor; incluso algunos, aterrados ante los malos presagios que ello suponía, se arrojaban desde la proa de las embarcaciones a las profundidades, los abismos del océano. Los antiguos griegos lo atribuían a la furia de Neptuno, influencias de la luna, venenos que expulsaba el océano, tintura de algas rojas... *Mare sporco*, gritaban enloquecidos los navegantes. Marineros, pescadores, filibusteros o aventureros, navegantes en general, no encontraban explicación al suceso, ese en el que las aguas del mar se tornaban rojas, muy rojas, como teñidas de sangre. No se hallaba respuesta alguna: ¿Brujas? ¿Duendes? ¿Hadas? ¿Ira de Neptuno? Las mismas preguntas. ¿Qué ocurriría después? Quizás... fracasos en batallas navales, naufragios bajo galernas infernales en medio de vientos huracanados; invasiones piratas, desgracias, epidemias, plagas, ataques a pueblos costeros. Fue a finales del siglo XIX cuando los científicos dieron alguna explicación al asunto y lo atribuyeron a organismos, cuya primera mención se remonta a años atrás cuando O. F. Müller (1786) incluye descripciones de algunos de ellos. Los verdaderos y únicos responsables eran los dinoflagelados, microalgas que, curiosamente, portan flagelos, de ahí su nombre.



Crustáceos (larvas y adultos) del plancton de Canarias.

Cuando la densidad de una o varias especies alcanza cientos de millones de células por litro de agua de mar, la tonalidad del agua puede cambiar. Pero hay que tener en cuenta que no siempre se colorea el agua. En ocasiones, algunas de estas acumulaciones algales, aunque no alcanzan densidades tan altas para dar color, en cambio pueden ser muy dañinas en función de la toxina expulsada. Por eso, también se les da el nombre más genérico de *floraciones algales nocivas*.

Difícilmente predecibles, constituyen un proceso de duración corta y aparición irregular. Las principales especies que las producen pertenecen a los géneros *Gonyaulax* y *Gymnodinium*, entre otros dinoflagelados, aunque numerosas especies (incluso de diatomeas) pueden ser tóxicas en potencia. Precisamente, para que este fenómeno se produzca deben interactuar los siguientes factores: presencia de organismos fitoplanctónicos por un lado y, por otro, un incremento anormal de la cantidad de nutrientes debido a contaminación orgánica del mar por aportes desde la atmósfera (exceso de calima), tierra (emisarios) o simples procesos de circulación del agua. También influyen las corrientes locales y los vientos. Los organismos actúan (responden) de dos formas, bien produciendo toxinas o un exceso de biomasa (aumento discriminado incluso sin toxina), lo que origina falta de oxígeno (hipoxia) y, por tanto, destrucción indiscriminada de la vida marina. Algunos organismos producen los dos efectos simultáneamente. A consecuencia de esto se producen mortandades masivas en la fauna local, contaminación de marisco destinado a consumo, así como graves alteraciones en el ecosistema y en el humano. De hecho, algunas mareas rojas han dado lugar a intoxicaciones, no solo por ingerir marisco contaminado provocando síndromes de distintos tipos, sino también por simple contacto directo con el agua (inhalación) causando irritaciones de las vías respiratorias altas.

En este punto señalemos otros fenómenos, caso del espumaje producido por algas del género *Phaeocystis* que, en ocasiones, se confunde con problemas de contaminación costera, así como las manchas de tonalidad marrón y olor nauseabundo en el agua, provocadas por cianobacterias (*Trichodesmum* sp.), que tanta expectación levanta en la sociedad, en especial en puertos durante los estíos.

Puertos atlánticos que han representado el lugar donde el viajero ha encontrado solaz, tras dura travesía por el Atlántico indómito. Los espigones protectores albergan improntas de aquellos que, después de semanas de navegación, acompañados por tiburones, ballenas, delfines, medusas o tortugas, encuentran en vibrantes luces de tierra firme reposo asegurado, viejos amigos y una cama que no se balancea con las ondas marinas... y que –además– han servido de refugio a expediciones que, afectadas por temporales o virulentas borrascas, han encontrado en la Isla el lugar donde reponerse de los destrozos de la furia del océano. Así ocurrió con la tripulación del Belle Angélique (noviembre de 1796) que, al mando del capitán Nicolás Baudin, se vio forzada a arribar, muy maltrecha, a Tenerife, cuya naturaleza les cautivó. También la escala de la expedición Challenger, o bien las campañas del príncipe Alberto de Mónaco en las que, en el curso de una de sus expediciones, habían previsto estudiar las carabelas portuguesas, género *Physalia*, dado que los *matelots* (marineros) sufrían terriblemente por contacto con estos animales pelágicos que poseen células llamadas *cnidocitos* (dolor intenso, irritaciones, incluso síncope que provocaban la muerte). Para averiguar este fenómeno, el Príncipe Alberto invitó a Charles Richet (fisiólogo) y Paul Portier (zoólogo) a una campaña en julio-agosto de 1901 a bordo de uno

de sus yates, en concreto el Princesse Alice II. La región explorada sería la que comprendía el área entre Madeira, Canarias y Cabo Verde, donde abundaban dichos organismos. Richet y Portier llamaron al fenómeno *anafilaxia* (contrario a la protección, a la inmunidad). Incluso Richet continuó con estas investigaciones, llegando a recibir un Premio Nobel en 1913 por sus conclusiones sobre la anafilaxia e ingresando en la Academia de las Ciencias en 1914.

Asimismo, en dichas campañas experimentaban con nuevos platos de cocina a base de plancton marino. Precisamente, Alberto I de Mónaco, el llamado *príncipe-científico* (considerado uno de los padres de la oceanografía), participaba en dichos «platos», entre los que se encontraban guisos de plancton marino (organismos microscópicos que flotan en las aguas). Según sus palabras, «hay que aprovechar directamente como alimento la enorme riqueza del mar en plancton». En su obra *Sobre la investigación de los mares y sus habitantes* (1891), habló del papel interesante que podían representar estos diminutos seres que, parecidos a gambas y camarones, son además uno de los grupos más abundantes. Algunos de estos crustáceos, según establecen en sus trabajos Jamieson *et al.*, (2019), en concreto, anfípodos de la familia Lysianassoidea presentes en la zona hadal (sometidos a grandes presiones, oscuridad, poco oxígeno y escasos recursos –10.890 metros de profundidad–), como *Hirondellea gigas*, *Hirondellea dubia* o *Eurythenes gryllus*, ya aparecen contaminados por fibras de microplásticos.

Otra fracción del plancton, el llamado plancton gelatinoso, es decir, aquel que está constituido por un altísimo porcentaje de agua en sus cuerpos, juega un papel ecológico fundamental. Los restos son utilizados por numerosos organismos, en especial de las grandes profundidades donde escasea el alimento; allá abajo, se preda sobre los pocos recursos existentes y se está a la expensa de esa «nieve marina» (restos mucosos) que cae desde aguas superficiales. Organismos que, al igual que los crustáceos, también se han visto afectados por plásticos (Katija *et al.*, 2017; Macali *et al.*, 2018). Un plancton gelatinoso para el que Canarias representó el enclave a partir del cual descubrir la alternancia de generaciones de los taliáceos (en concreto salpas) (Glaubrecht & Dohle, 2012).

Sin olvidar ciertas patologías, como la *ciguatera*, que se produce por ingesta de peces contaminados por toxinas de ciertos dinoflagelados bentónicos, vinculados al sustrato o fondo, típicos de aguas cálidas tropicales y subtropicales. Dichas toxinas, metabolizadas y acumuladas, son transmitidas mediante vectores (aún poco estudiados), a través de la cadena trófica, pudiendo pasar finalmente –por consumo– al humano. La enfermedad se asocia, por lo general, con grandes predadores (Brito *et al.*, 2002) capturados aisladamente, sin posterior control sanitario de venta, caso de medregales (*Seriola* spp.), meros (*Epinephelus* spp.), abades (*Mycteroperca* spp.), bicudas (*Sphyræna* spp.) o petos (*Acanthocybium* spp.), que, por tamaño y peso, concentran más toxina (Lewis & Holmes, 1993 & Lewis & King, 1996).

No se trata de una dolencia necesariamente actual si repasamos las crónicas de otrora. Existen referencias a síntomas graves de origen desconocido que presentaron, durante sus periplos, desde las huestes de Alejandro Magno hasta las tripulaciones del capitán Cook (HMS *Resolution*, 1774) o del capitán Bligh (HMS *Bounty*, curiosamente en 1789, después del famoso motín). Algunos miembros de las tripulaciones llegaron a enfermar extrañamente tras comer ciertos organismos marinos.

El término *ciguatera* fue acuñado en 1787 por el biólogo de origen portugués Antonio Parra, cuando estudiaba intoxicaciones producidas por el caracol *Cit-tarium pica*, gasterópodo común y conspicuo de la zona intermareal del litoral rocoso caribeño, cuya carne ha sido utilizada como alimento, así como su concha para fabricación de ornamentos y objetos rituales desde tiempos precolombinos (Osorno & Díaz, 2006). Este molusco se denomina popularmente *cigua* (acortamiento de *ciguanaba*), un aruaquismo que hace referencia tanto a moluscos como a varios árboles de la familia de las lauráceas. En 1866, el naturalista Felipe Poey, en Cuba, también denominó con esa palabra varios casos de intoxicaciones de origen marino.

Hasta hace relativamente pocos años, en Canarias no se había detectado ciguatera (Brito, 2008 & Brito *et al.*, 2005), lo que puede indicar que las microalgas generadoras de ciguatoxinas (CTXs) y maitotoxinas no estaban presentes en nuestras aguas, habiendo ampliado recientemente su distribución geográfica a causa del incremento de temperatura por el cambio climático, o bien que, aun estando presente en Canarias, no se tuviera constancia de su presencia y los casos no se relacionaran (incluso ciertos casos no se relacionen) con microalgas bentónicas locales (Murata *et al.*, 1989; Aligizaki *et al.*, 2008), sino con origen diverso (Lange, 1987; Pérez-Arellano, 2005).

Cabe preguntarnos, por tanto, si los casos detectados en los últimos tiempos se deben a que el vector transmisor de la enfermedad (pez u otro organismo marino contaminado) provenga de aguas tropicales, siendo la toxina producida por especies alejadas del Archipiélago. Según Aligizaki *et al.* (2008), los casos de marzo de 2004 en Tenerife coincidieron con la recolección de ejemplares de dicha alga, epífita en charcos de marea, al igual que ocurrió más tarde en la isla de La Gomera, cuando se hallaron especímenes de *Gambierdiscus* sobre macroalgas a la deriva. Según Rodríguez *et al.* (2014), se precisan estudios amplios sobre filogeografía y abundancia de dinoflagelados bentónicos, al igual que se ha hecho para los planctónicos (Ojeda, 2005). La caracterización de ciguatoxinas por medio de cultivos demostrará el vínculo entre especies nativas (no solo de *Gambierdiscus*) y los vectores (pueden ser varios) de CFP (*Ciguatera Fish Poisoning*) en Canarias.

Según Wang *et al.* (2022), en las últimas décadas, la distribución geográfica de la CFP ha experimentado una expansión significativa debido a las intensas actividades antropogénicas y al cambio climático global, lo que provoca más enfermedades en humanos, un mayor impacto en la salud pública y las consecuentes pérdidas económicas.

Pero, si abandonamos las aguas y miramos hacia el sustrato, debemos examinar con detalle el caso de las praderas de fanerógamas marinas (que no algas) ubicadas, en el caso de Canarias, en aguas tranquilas, someras, al socaire de los vientos dominantes y por lo general sobre fondos arenoso-fangosos. Hay sesenta especies reconocidas de fanerógamas marinas en el mundo que pueden crear praderas, pero en las costas europeas se encuentran principalmente cuatro especies, todas ellas presentes en el litoral español. Se trata de *Zostera marina*, *Zostera noltii*, *Cymodocea nodosa* y *Posidonia oceanica*. Además, en las costas canarias podemos encontrar una quinta especie, *Halophila decipiens*, más frecuente en las vecinas costas africanas. Todas estas comunidades están seriamente amenazadas en la actualidad por muy diversos factores, mayoritariamente de origen antrópico: acti-

vidades de pesca ilegal, fondeo descontrolado de embarcaciones de recreo, contaminación y turbidez de las aguas por actividades pesqueras, agrícolas y acuícolas, así como un sinfín de obras y construcciones costeras que modifican la dinámica costera y, por tanto, el litoral y sus ecosistemas.

Se trata de plantas conocidas desde otrora, pues se decía que los egipcios combatían con ella el acné, y es famosa la anécdota del papa Julio III que las usaba, secas, para rellenar sus colchones. En las praderas de fanerógamas se camuflan, esconden y refugian numerosas especies –tanto juveniles como adultos–, muchas de ellas de interés pesquero.

Por otro lado, no olvidemos que los océanos no solo han solventado los requerimientos alimenticios de las poblaciones costeras a lo largo de los siglos; también han despertado el gusto por la elaboración de algunos platos, que pudieran ser considerados exquisiteces de la gastronomía de ribera y cuyo origen se pierde en la noche de los tiempos. De hecho, el océano proporciona un 20 % de la proteína animal (pescado y otros productos del mar) y los ecosistemas costeros producen casi el 80 % de las especies de peces de las pesquerías mundiales. Como dato curioso, hay que decir que cuando la conservación y el transporte se perfeccionaron, el pescado y marisco (*frutos del mar*) se pudo trasladar hacia comarcas más interiores. Dicen las crónicas que Enrique IV consumía hasta 300 ostras en una cena; por tanto, no es de extrañar que la *gota* hiciera estragos en los monarcas de antaño. El cronista Espinosa, en 1594, al referirse a las costas canarias, señalaba: «Hay también por la costa de la mar mucho pescado y marisco de muchas maneras, como son clacas, burgados, lapas, almejas, cangrejos». O como puede leerse en las crónicas de Fernández de Oviedo: «toman allí los navíos refresco de agua e leña, e pan fresco, e gallinas, e carneros, e cabritos, e vacas en pie, e carne salada, e quesos, e pescados salados de tollos e galludos e pargos, e de otros bastimentos que conviene añadirse sobre los que las naos sacan de España».

Vincenzo Coronelli (1650-1718), conocido maestro de producción de globos, cosmógrafo veneciano y fundador de la Academia de Argonautas (primera sociedad geográfica mundial), relataba, allá por 1696, sobre el Archipiélago: «el mar no es menos fértil [en comparación con la tierra] en apreciados peces, baste decir que el esturión es tan común que alimenta a los pobres». Evidentemente se trata de una errónea identificación, dado que este pez de agua dulce (*Acipenser sturio*), en peligro de extinción, no está en Canarias. Creemos que pudiera deberse a una confusión con *Anguilla anguilla* o bien con alguna de las especies de lisas presentes en fondos lodosos, en aguas salobres, peces con morfología similar. Sobre todo, si tenemos en cuenta que una lisa amarilla o especie afín ya era mentada en algunos relatos del siglo XVI (caso de Valentim Fernandes) cuando se hablaba de la manera de pescarla (con ayuda de delfines) en la costa de Arguín, y se secaba a modo de jarea. La especie abundante (al migrar) era muy valorada por su carne y por sus huevas, de ahí quizá la confusión en este texto de la época. Hablaríamos quizá de *Liza aurata* (Risso, 1810), llamada lisa amarilla o tabaga, considerada frecuente, demersal en aguas costeras, a menos de veinte metros (luego de fácil visión y captura), que se puede hallar en lagunas litorales (salobres), también de la especie *Chelon labrosus* presente en Canarias.

También Marineo Sículo (1460-1533), el humanista e historiador siciliano, profesor durante doce años de la Universidad de Salamanca, en su libro *De las cosas*



Plancton gelatinoso del océano Atlántico (colecciones del Museo de Ciencias Naturales de Tenerife), fuente de alimento (en forma de nieve marina, restos mucosos) para organismos de las grandes profundidades.

*memorables* del año 1530, en referencia a Canarias, incluye *peces siluros y juncos en los ríos...* Algo erróneo, dado que la familia *Siluridae* (los llamados peces gatos de ríos continentales) no se halla en Canarias. Probable confusión también con mugílidos o con anguiliformes.

Precisamente, en relación a lo anterior, es extraña la ausencia en yacimientos (hasta el momento) de restos de *Anguilla anguilla*, especie hoy en día considerada «vulnerable», toda vez que sabemos que, dadas las condiciones climáticas y con los cauces de barrancos rebosantes de agua –al menos algunos– debido a intensas lluvias, no sería de extrañar la presencia en dichos cauces de estos curiosos peces, cuyas larvas realizan enigmáticos viajes que las vinculan con el lejano Mar de los Sargazos, allá en el Atlántico Central, con pocos datos aún en la actualidad en biología (Durif *et al.*, 2022). Hay noticias de su existencia desde el siglo XVI y poseía diversas utilidades para los antiguos pobladores de la Isla.

En relación a biota marina, aunque más tardíamente, cabe señalar lo mencionado por Thomas Sprat (1635-1713), obispo de Rochester, sobre las Islas:

...de peces tienen el cherne, un pescado muy grande y excelente, que sabe mejor que todos los que tenemos en Inglaterra; el mero, el delfín [aquí confunde estos mamíferos marinos con peces], litorinay las clacs, que sin duda es el mejor marisco del mundo y que crece, en número de cinco o seis, en las rocas, bajo una gran concha, a través de cuyos agujeros asoman sus antenas y desde donde los extraen después de haber roto un poco la abertura de la concha con una piedra. También hay un pez parecido a la anguila, que tiene seis o siete colas de un palmo de largo, unidas a una cabeza y un cuerpo igualmente muy pequeño. Aparte de esto, hay tortugas y cábridos, que son mejores que nuestras truchas.

Continuando con la biota marina, en relación a obras menos conocidas, señalemos a Gaspar López Canario, médico y aventurero, secretario del duque de Osuna, que incluye en sus crónicas descripciones sobre fauna marina, y habla de pejeperros, cabrillas, viejas y tollos. Un ejemplar de su libro titulado *Galení de temperamentis noui et integri commentari, in quibus fere omnia quae adnaturalem medicinas partem spectant continentur*, escrito en latín, se encuentra en el Archivo del Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario (Universidad del Rosario, La Candelaria, Bogotá). Un volumen que fue llevado desde España por un predicador del rey llamado fray Cristóbal de la Torre, en la segunda mitad del siglo XVII y con otra copia en la Biblioteca de la Universidad Complutense de Madrid.

Muy interesantes son las alusiones a la abundante biomasa de aguas canarias en la obra del geógrafo y escritor André Thevet, *Les singularités de la France antarctique, autrement nommée Amérique, & de plusieurs terres et isles decouvertes de nostre temps*, publicada en París en 1557. Precisamente, en su capítulo dedicado a Canarias, habla de que el mar no es menos fértil en comparación con la tierra y señala curiosamente cómo el agua es fría (corriente de Canarias), relacionando este hecho con la nieve de montañas, más concretamente, con el Teide.

Otras crónicas hacen alusión a invertebrados marinos, como equinodermos (erizos), afectados en la actualidad por microplásticos (Sevillano-González *et al.*, 2021).

Pero, si todo esto es pasado, qué nos está deparando el presente. En realidad, habría que tener en cuenta que las más importantes amenazas para la biodiversidad en la actualidad son las especies invasoras, la contaminación de origen diverso, el aumento de temperatura (por gases con efecto invernadero), la sobreexplotación de recursos y degradación de hábitats. En concreto, el aumento de temperatura está provocando que el calentamiento global cambie los hábitats de la vida silvestre y aumente los encuentros entre especies capaces de intercambiar patógenos con la problemática de las temidas zoonosis. Algo que sucederá especialmente en ecosistemas de zonas altas de África y Asia, ricos en especies (Carlson *et al.*, 2022). En los océanos, las consecuencias, aunque menos conocidas, parecen indicar que la movilidad de muchos animales marinos ofrece cierta ventaja, aunque muy limitada, para que las especies respondan al estrés climático, si bien también los expone a mayor riesgo respecto a otros factores estresantes, al igual que en tierra (Carlson *et al.*, 2022).

Las previsiones, por tanto, indican subida del nivel del mar, aumento de la acidez, es decir, bajada del *pH* y aumento de las temperaturas (Keeling & Graven, 2021) en los océanos. La acidez se ha incrementado (ha bajado de 8.2 a 8.1), efecto que impacta especialmente en zonas profundas y altas latitudes y, concretamente, en los arrecifes de coral provoca blanqueamiento y fragilidad tegumentaria. Arrecifes donde además se están detectando depósitos de microplásticos en sus propios esqueletos con repercusiones futuras aún desconocidas, según exponen Reichert *et al.* (2021). No obstante, la acidez también actúa sobre otras comunidades u organismos, caso de los moluscos planctónicos ya de por sí con conchas más delicadas para facilitar la flotación.

Todo esto unido a otros factores (deshielos, expansión de las aguas por calor, etc.) está provocando que algunos autores hablen de que tal vez una sexta extinción también se pueda producir en los océanos, al igual que se habla de una terrestre, de fecha desconocida. Es decir, algunos investigadores han calculado que muchas especies se extinguirán en los próximos cincuenta años y, lo que es peor, se necesitarán millones de años para recuperar los niveles de biodiversidad actuales (Davis *et al.*, 2018). Perspectivas nada halagüeñas para futuros escenarios (Cowie *et al.*, 2022), señalando los autores que las diversas amenazas están afectando de manera distinta según el océano de que se trate (Luyypaert *et al.*, 2020; Lotze, 2021).

Respecto a los plásticos, están actuando de forma muy perjudicial por varias rutas, algunas menos conocidas, por ejemplo, siendo vectores (soportes) de especies invasoras hacia lugares distintos y distantes (Barnes *et al.*, 2018) e implicaciones ecológicas por colonización (transporte) de bacterias y protozoos, con consecuencias desconocidas (Kelly *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2022). Todo ello, sin dejar de mencionar los efectos de la salida desde el océano hacia la atmósfera de microplásticos, que fueron vertidos –en su día– a las aguas y se incorporan mediante la maresía, oleaje, vientos. De hecho, la superficie del océano es una fuente de microplásticos, que pueden ser arrastrados atmosféricamente a partir de la acción de las burbujas/expulsión de chorros, según ponen de manifiesto Allen *et al.* (2020).

Un aspecto desconocido de los océanos es la comunidad neustónica, organismos que habitan los primeros centímetros del agua superficial. Esta comunidad (vegetales y animales) es de vital importancia porque sostiene, alimenta y da re-

fugio, bajo la forma de camuflaje o mimetismo, a numerosos organismos. Además, se halla afectada por el cambio climático; recordemos las llegadas de algas muertas (género *Sargassum*) que se están detectando en las costas atlánticas caribeñas desde el año 2011, debido al calentamiento, y que están provocando un malestar entre turistas de dichas zonas. A esto hay que añadir que numerosos autores (Haram *et al.*, 2021) están hablando de la formación de comunidades neopelágicas, es decir, organismos típicamente costeros que son capaces de sobrevivir, reproducirse y diseminarse en nuevos enclaves (alta mar), en este caso, en balsas de plásticos y otros desechos (*rafting oceánico*) durante largo tiempo. Ciertamente es que esto era conocido y se acrecienta después de fenómenos como *tsunamis* o huracanes y graves temporales que afectan a la costa, arrastrando mar adentro toda suerte de materiales, pero están adquiriendo en la actualidad (dentro de la llamada *plastisfera*) un carácter no tan temporal; de ahí que sean objeto de atención en varios proyectos.

A lo comentado anteriormente habría que añadir la incidencia de erupciones volcánicas (submarinas o terrestres) o los incendios forestales sobre poblamiento oceánico. En este sentido, ya Hernández & De Vera (2010) señalaron cómo las cenizas de incendios de zonas boscosas canarias pueden afectar tiempo después a las comunidades marinas, sirviendo de soporte (al igual que hace el plástico) a huevos y larvas de numerosos organismos, siendo factible para unos o inviable para otros el desarrollo de sus ciclos vitales (Hernández & De Vera, 2010).

Destacamos que el aumento del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera es uno de los problemas más graves. Como ya se ha indicado, las principales consecuencias directas son el aumento de la temperatura de los océanos (Bindoff *et al.*, 2007) y la acidez (Doney *et al.*, 2009), que generan una serie de cambios adicionales, como la subida del nivel del mar, el aumento de la estratificación oceánica (Pörtner *et al.*, 2014), la disminución de la extensión del hielo marino o la alteración de los patrones de circulación oceánica, por citar solo algunos. Además, tanto el calentamiento como la alteración de la circulación oceánica actúan reduciendo las concentraciones de oxígeno (O<sub>2</sub>) (Keeling *et al.* 2010). Índices de cambio físico y químico en los ecosistemas marinos se acelerarán en las próximas décadas si no se realizan esfuerzos inmediatos y drásticos para mitigar el cambio climático.

Por tanto, hablamos de un océano con pérdida de especies, especies invasoras en determinados enclaves, contaminación de origen diverso, aporte abusivo de plásticos, intensos procesos de acidificación y presencia de patógenos. Respecto a este asunto, recordemos que el amplio confinamiento de la población durante la pandemia de CoVid-19, producida por el coronavirus Sars-CoV2, para evitar contagios, redujo las acciones antropogénicas, permitiendo observar actitudes en ciertas poblaciones de animales, con especial incidencia en los enclaves urbanos, donde *tal vez* esto era más fácil de detectar. Sin embargo, el confinamiento ha añadido una nueva característica a las investigaciones: analizar –en ausencia de ambiente estresado– la *biodiversidad* (las especies) que juega, como sabemos, un papel fundamental regulando la estructura, funciones y bienestar (salud) de todos los *ecosistemas*.

En relación con el medio marino, en concreto, los avistamientos durante el confinamiento se relacionaron con icónicos animales (ballenas, sirénidos, orcas o delfines), que aparecieron en áreas poco habituales. Las muertes de sirénidos (por

colisiones con barcos) disminuyeron notoriamente. De hecho, fue curioso el constante avistamiento de delfines en algunos puertos, así como de organismos (tipo medusas) desplazándose por silenciosos y vacíos canales venecianos. Aves marinas, tiburones y tortugas marinas, y organismos más pequeños, caso de cangrejos, cefalópodos o gasterópodos, también fueron observados en lugares costeros no habituales (Coll, 2020). Ello nos hace deducir que si aplicamos modificaciones rápidas/drásticas en el comportamiento humano (menos agresiones a la naturaleza) se producen respuestas profundas y positivas desde los sistemas naturales, con aplicación de toda suerte de programas de ecología y conservación.

Sin embargo, no todo ha sido positivo: resaltemos que aumentó el descontrol sobre organismos invasores y el comercio internacional de especies, paralizándose algunos programas de recuperación de vida silvestre. También los carroñeros vieron mermadas sus fuentes de alimentación (de origen humano), obligándose a desplazamientos desde sus lugares habituales, por ejemplo, las zonas litorales.



Fragmentos de madera quemada (procedente de incendios forestales), al igual que los plásticos, actúan de soporte para trasladar microorganismos de variada tipología (también patógenos) (Hernández & de Vera, 2010).

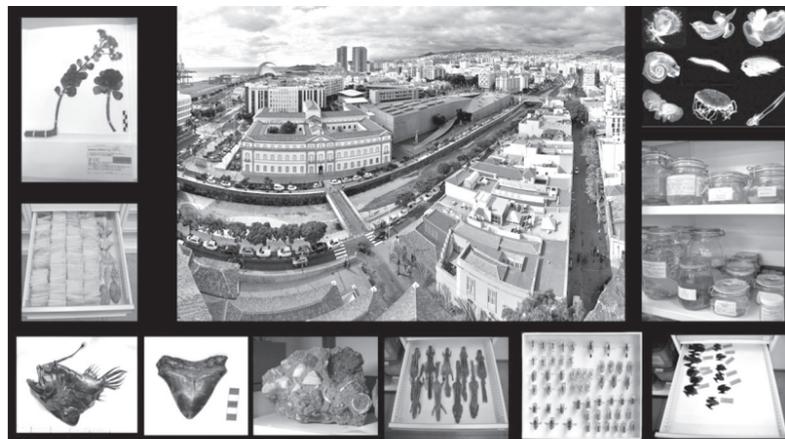
Precisamente, los desechos plásticos asociados a la pandemia (CoVid-19) se estiman entre 3,8 y 25,9 miles de toneladas, el 0,2-1,5 % liberadas a los océanos. En ese cómputo, los residuos hospitalarios representan la mayor parte de la descarga global (73%) (Peng *et al.*, 2021), donde las mascarillas (sus microfragmentos) ya se están incorporando a los microscópicos elementos del plancton marino, caso de copépodos, principal alimento de los grandes bancos de peces del Atlántico (Sun *et al.*, 2021)

Asimismo, se está demostrando en experimentos en laboratorio (usando peces zebras, género *Danio*) que los procesos biológicos se pueden ver influidos por dichos fragmentos de mascarillas, algo que no solo podrá incidir en individuos: también a nivel de población a través de procesos de fecundidad, provocando deficiencias reproductivas (Sendra *et al.*, 2022). De hecho, en el experimento de Sendra *et al.* (2022), las larvas fueron expuestas durante diez días a distinta tipología de fragmentos de mascarillas, y los productos de degradación actuaron sobre el sistema endocrino de los peces. Los genes afectados están implicados en diferentes pasos de la reproducción, incluida la gametogénesis, el reconocimiento y la unión entre espermatozoides y óvulos o la fertilización. Otros genes

relacionados con la inmunidad y los procesos metabólicos también fueron diferencialmente afectados por los tratamientos.

Ciertas patologías se agravan por problemas climáticos (Mora *et al.*, 2022), caso de la ciguatera que, si bien conocida desde tiempos remotos (focalizada en ciertos enclaves como dolencia endémica), se ha extendido a otras regiones, aumentando los casos. En este sentido es importante el papel de los museos (Bakker *et al.*, 2020) con sus colecciones (algunas de cientos de años), que están dilucidando muchos de los enigmas actuales, y donde el concepto *On Health* se ha extendido a *One Biosecurity*.

A la vista de lo expuesto, cabe preguntarnos qué futuro nos espera. ¿Hay solución para estos problemas? En primer lugar, debemos ser conscientes de que el océano captura (=capta) y almacena (=secuestra) carbono (C) en distintas formas (orgánico e inorgánico) y que después de procesos diversos (oxidaciones, respiraciones, disoluciones) puede retornar a la atmósfera. Por tanto, hablaremos de eficiencia cuando se secuestra carbono, es decir, cuando se almacena (=entierra) restos de seres vivos en sedimentos (fondo) durante millones de años, generando distintos tipos de yacimientos, pudiendo incluso volver al exterior cuando se manejan/manipulan dichos yacimientos. Para ciertos autores, el ciclo del carbono es, por tanto, el ciclo de la vida en el planeta.



Las colecciones de museos (sus bases de datos, caso de las del MUNA) tienen un papel relevante en la resolución de problemas ambientales en el contexto de un mundo global e interconectado.

De ahí que asegurarnos la salud de las formaciones vegetales (algas, fanerógamas o manglares) es facilitar el secuestro del carbono que se halla en exceso en la atmósfera y en los océanos (Macreadie *et al.*, 2022). El papel de los manglares es fundamental, como han recogido numerosos investigadores, en especial comparados con otras formaciones vegetales, ya que se ha comprobado que son capaces de almacenar hasta en 30 centímetros de suelo los excesos de carbono (Filbee-Dexter, 2020; Adame *et al.*, 2021; Su *et al.*, 2021; Zeng *et al.*, 2021), insistiendo en la importancia de recuperar zonas dañadas (labores de repoblación). Todo ello sin olvidar las zonas marinas de protección, no solo por el enclave en sí, sino por el efecto *desbordamiento* que se provoca en relación a zonas colindantes (Lotze, 2021; Jankowska *et al.*, 2022), que se ven extraordinariamente favorecidas.

Para concluir, las crecientes presiones humanas están teniendo profundas y diversas consecuencias para los ecosistemas marinos. El aumento del dióxido de

carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera es uno de los problemas más graves, ya que sus efectos son generalizados. Según Doney *et al.* (2012), esto pone en peligro muchos de los servicios de los ecosistemas que los seres humanos obtienen de los océanos. Impactos que tendrán repercusiones en la dependencia de la sociedad para la obtención de alimentos, el ocio, el ciclo de nutrientes, el procesamiento de residuos, la protección frente a los riesgos naturales, la regulación del clima y otros. Así, el aumento del nivel del mar inducido por el clima podría suponer una presión adicional sobre las infraestructuras costeras y, por tanto, sobre la salud y la seguridad de las comunidades humanas. Los hábitats naturales, como los humedales, los manglares, los arrecifes de coral y las praderas marinas, protegen las costas de la erosión y las inundaciones, proporcionando protección. Una de las muchas ventajas de dicha protección basada en la naturaleza es que esos mismos hábitats también proporcionan otros beneficios, como zonas de cría para especies, recreativas, y enclaves de almacenamiento y retención de carbono. Entender cómo las actividades humanas y un clima cambiante pueden interactuar para afectar a la prestación de estos servicios de los ecosistemas es de suma importancia a la hora de tomar decisiones que afectan a la salud de los sistemas oceánicos; en definitiva, para garantizar su capacidad para el bienestar de generaciones futuras.

Y llegados al final de esta conferencia, regresando a puerto, a la costa norteña que nos acoge generosa, recordamos lo expresado por una de las muchas figuras que han paseado por los caminos isleños, deleitándose con paisajes de ensueño...

la quebrada costa se alarga en la lejanía, y las montañas se elevan sobre los caseríos que, iluminados por el sol poniente y besados por sus últimos rayos, se visten de color rosa; pero, cuando la bola de fuego se sumerge en el mar, surgen las sombras, desaparece, en un instante, la luz de esta tierra que no conoce el crepúsculo.

Ella du Cane (siglo XIX)  
(su visión del Valle y Puerto de la Cruz)

**BIBLIOGRAFÍA**

Adame, M.F., N. S. Santini, O. Torres-Talamante & K. Rogers (2021). Mangrove sinkholes (cenotes) of the Yucatan Peninsula, a global hotspot of carbon sequestration. *Biological Letters*, 17: 20210037.

Aligizaki, K., G. Nikolaidis & S. Fraga (2008). Is *Gambierdiscus* expanding to new areas? *Harmful Algal News*, 36:6-7.

Allen, S., D. Allen, K. Moss, G. Le Roux, V. R. Phoenix & J. E. Sonke (2020). Examination of the ocean as a source for atmospheric microplastics. *PLoS ONE* 15(5): e0232746.

Bakker, F. T., A. Antonelli, J. A. Clarke, J. A., Cook, S. V. Edwards, P. Ericson ... & M. Källersjö (2020). The Global Museum: natural history collections and the future of evolutionary science and public education. *PeerJ*, 8, e8225.

Barnes, D. K., S. A. Morley, J. Bell, P. Brewin, K. Brigden, M. Collins... & B. Taylor (2018). Marine plastics threaten giant Atlantic marine protected areas. *Current Biology*, 28 (19): R1137-R1138.

Bindoff, N.L., J. Willebrand, V. Artale, A. Cazenave, J. Gregory, S. Gulev, K. Hanawa, C. Le Quéré, S. Levitus, Y. Nojiri, C.K. Shum, L.D. Talley & A. Unnikrishnan, (2007). Observations: Oceanic Climate Change and Sea Level. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Brito, A. (2008). Influencia del calentamiento global sobre la biodiversidad marina de las islas Canarias. *Actas de la III Semana Científica Telesforo Bravo. Naturaleza Amenazada por los cambios en el clima*, IEHC: 141-161.

Brito, A., P. J. Pascual, J. M. Falcón, A. Sancho & G. González (2002). *Peces de las islas Canarias. Catálogo comentado e ilustrado*. La Laguna. Francisco Lemus editor, 419 pp.

Brito, A., J. M. Falcón & R. Herrera (2005). Sobre la tropicalización reciente de la ictiofauna litoral de las islas Canarias y su relación con los cambios ambientales y actividades antrópicas. *Vieraea*, 33: 515-525.

Carlson, C. J., G. F. Albery & C. Merow (2022). Climate change increases cross-species viral transmission risk. *Nature*, 607:555-562.

Coll, M. (2020). Environmental effects of the COVID-19 pandemic from a (marine) ecological perspective. *Ethics in Science and Environmental Politics*, 20. 10.3354/esep00192.

Cowie, R. H., P. Bouchet & B. Fontaine (2022). The Sixth Mass Extinction: fact, fiction or speculation? *Biological Reviews*, 97: 640-663.

Davis, M., S. Faurby & J.C. Svenning (2018). Mammal diversity will take millions of years to recover from the current biodiversity crisis. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 115 (44):11262-11267.

Doney, S.C., V. J. Fabry, R.A. Feely & J. A. Kleypas (2009). Ocean acidification: the other CO2 problem. *Annual Review Marine Science*, 1:169-92.

Durif, C. M. F., H. H. Stockhausen, A. B. Skiftesvik, A. Cresci, D. Nyqvist & H. I. Browman (2022). A unifying hypothesis for the spawning migrations of temperate anguillid eels. *Fish and Fisheries*, 23:358- 375.

Esteva-Grillet, R. (2009). La influencia de Alexander Humboldt en dos artistas venezolanos del siglo XIX. *Arbor*, 185 (740):1185-1196.

Filbee-Dexter, K. (2020). Ocean Forests Hold Unique Solutions to Our Current Environmental Crisis. *One Earth*, 2: 398-401.

Glaubrecht, M. & W. Dohle (2012). Discovering the alternation of generations in salps (Tunicata, Thaliacea): Adelbert von Chamisso's dissertation "De Salpa" 1819 - its material, origin and reception in the early nineteenth century. *Zoosystematics and Evolution*, 88. 10.1002/zoos.201200024.

Haram, L. E., J. T. Carlton, L. Centurioni et al. (2021). Emergence of a neopelagic community through the establishment of coastal species on the high seas. *Nature Communications* 12, 6885.

Hernández & de Vera (2010). Sobre la incidencia de incendios forestales en la fauna pelágica (plancton marino, Campaña TFMCBM/09 en El Hierro, islas Canarias). *Vieraea*, 38:163-165.

Jankowska, E., R. Pelc, J. Alvarez, M. Mehra & C. J. Frischmann (2022). Climate benefits from establishing marine protected areas targeted at blue carbon solutions. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 119 (23): e2121705119.

Katija, K., C. A. Choy, R. E. Sherlock, A. D. Sherman & B. H. Robison (2017). From the surface to the sea floor: how giant larvaceans transport microplastics into the deep sea. *Science Advances*, 3: e1700715.

Keeling, R. F., A. Kortzinger & N. Gruber (2010). Ocean Deoxygenation in a Warming World. *Annual Review Marine Science*, 2:463-93

Keeling, R. F. & H. D. Graven (2021) Insights from time series of atmospheric carbon dioxide and related tracers. *Annual Review of Environment and Resources*, 46:85-110.

Kelly, M. R., P. Whitworth, A. Jamieson & J. G. Burgess (2022). Bacterial colonisation of plastic in the Rockall Trough, North-East Atlantic: An improved understanding of the deep-sea plastisphere. *Environmental Pollution*, 305, 119314.

Lange, W. R. (1987). Ciguatera Toxicity. *Am. Fam. Physiology*, 35: 177-182.

Lewis, R. & M.J. Holmes (1993). Origin and transfer of toxins involved in ciguatera. *Camp. Biochem. Physiol.* 106 (3):615-628.

Lewis, R. & G. King (1996). *Ciguatera (fish poisoning)*; University of New South Wales: Sydney, Australia.

Lotze, H. K. (2021). Marine biodiversity conservation. *Current Biology*, 31: R1141-R1224.

Luypaert, T., J. G. Hagan, M. L. McCarthy & M. Poti (2020). Status of marine biodiversity in the Anthropocene. *The Oceans: Our Research Our Future*:57-82.

Macali, A., V. Semenov, V. Venuti et al. (2018). Episodic records of jellyfish ingestion of plastic items reveal a novel pathway for trophic transference of marine litter. *Scientific Report*, 8, 6105.

Macreadie, P., A. Robertson, B. Spinks, M. Adams, J. Atchison, J. Bell-James, B. Bryan, L. Chu, K. Filbee-dexter, L. Drake, C. Duarte, D. Friess et al... (2022). Operationalizing marketable blue carbon. *One Earth*, 5:485-492. 10.1016/j.oneear.2022.04.005.

Martin, A. H., H. C. Pearson, G. K. Saba & E. M. Olsen (2022). Integral functions of marine vertebrates in the ocean carbon cycle and climate change mitigation. *One Earth*, Volume 5 (4): 443-445.

Mora, C., D. P. Tittensor, S. Adl, A.G.B. Simpson & B. Worm (2011) How Many Species Are There on Earth and in the Ocean? *PLoS Biology*, 9(8): e1001127.

Mora, C., T. McKenzie & I. M. Gaw et al. (2022). Over half of known human pathogenic diseases can be aggravated by climate change. *Nature Climate Change*, 12: 869-875.

Murata, M., M.A. Legrand, Y. Ishibashi & Y. Yasumoto (1989). Structura of ciguatoxin and its congener. *J. Amer. Chem. S.* 8931.

Nyhus, P. J. (2016), *Human-Wildlife Conflict and Coexistence*. *Annual Revue Environmental Resources*, 41:143-71.

Ojeda, A. (2005). *Dinoflagelados de Canarias. Estudio taxonómico y ecológico*. Instituto de Estudios Canarios. Monografías LXV: 300 pp.

Osorno Arango, A. & J. M. Díaz Merlano (2006). Explotación, usos y estado actual de la cigua o burgao *Cittarium pica* (mollusca: gastropoda: trochidae) en la costa continental del caribe colombiano. *Bol. Invest. Marine Cost.*35:133-148.

Palma Chaguaceda, A. (1973). *El historiador Gonzalo Argote de Molina. Estudio Biográfico, Bibliográfico y Crítico*. II edición. Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria:286 páginas.

Peng, Y., P. Wu, A. T. Schartup & Y. Zhang (2021). Plastic waste release caused by COVID-19 and its fate in the global ocean. *Proceedings of the National Academy*

of Sciences (PNAS), 23, 118(47): e2111530118.

Pérez-Arellano, J.L., O. P. Luzardo, A. Pérez Brito, M. Hernández-Cabrera, M. Zumbado, C. Carranza, A. Ángel-Moreno, R. W. Dickey & L. D. Boada (2005). *Ciguatera Fish Poisoning, Canary Islands. Emerging Infectious Diseases*, 11 (2):1981-1982.

Pörtner, et al. (2014). *Ocean systems*. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 411-484.

Reichert, J., V. Tirpitz, R. Anand, R., Bach, K., Knopp, J., Schubert, P... & Ziegler, M. (2021). Interactive effects of microplastic pollution and heat stress on reef-building corals. *Environmental Pollution*, 290, 118010.

Rodríguez, F., S. Fraga, P. Riobó & J. M. Franco (2014). Current knowledge and perspectives of study on benthic toxic dinoflagellates of the genus *Gambierdiscus* in the Canary Islands. *ICES CM 2014/H*: 10.

Sendra, M., P. Pereiro, M. P. Yeste, B. Novoa & A. Figueras (2022). Surgical face masks as a source of emergent pollutants in aquatic systems: Analysis of their degradation product effects in *Danio rerio* through RNA-Seq. *Journal of Hazardous Materials*, 428, 128186.

Sevillano-González, M., J. González-Sálamo, F. J. Díaz-Peña, C. Hernández-Sánchez, S. Catalán Torralbo, A. Ródenas Seguí & J. Hernández-Borges (2022) Assessment of microplastic content in *Diadema africanum* sea urchin from Tenerife (Canary Islands, Spain). *Marine Pollution Bulletin*, 175:113174.

Su, J., D. A. Friess & A. Gasparatos (2021). A meta-analysis of the ecological and economic outcomes of mangrove restoration. *Nature Communications*, 12:5050.

Sun, J., S. Yang, G. Zhou, K. Zhang, Y. Lu, Q. Jin, P. K. S. Lam, K. M. Y. Leung & Y. He (2021). Release of Microplastics from Discarded Surgical Masks and Their Adverse Impacts on the Marine Copepod *Tigriopus japonicus*. *Environmental Science and Technology Letters*, 8:1065-1070.

Wang, D.Z., Y.H. Xin & M.H. Wang (2022). *Gambierdiscus* and Its Associated Toxins: A Minireview. *Toxins (Basel)*,14(7):485.

Zeng, Y., D. A. Friess, T. V. Sarira, K. Siman & L. P. Koh (2021). Global potential and limits of mangrove blue carbon for climate change mitigation. *Current Biology*,31:1737-1743.

Zhang, E., M. Kim, L. Rueda, C. Rochman, E. VanWormer, J. Moore & K. Shapiro (2022). Association of zoonotic protozoan parasites with microplastics in seawater and implications for human and wildlife health. *Scientific Reports*, 12 (1):1-11.