

Reflexiones medioambientales en tiempos de un coronavirus

Editado
por
Julio Afonso-Carrillo

Actas XVI Semana Científica Telesforo Bravo
INSTITUTO DE ESTUDIOS HISPÁNICOS DE CANARIAS
2021

© Los autores
© De esta edición: 2021, Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias,
C/. Quintana, 18. Puerto de la Cruz, Tenerife,
Islas Canarias, E-38400.
www.iehcan.com

Diseño de la cubierta:
Javier Figueroa

Primera edición: octubre 2021

Imprime:
Litografía La Palma
C/ El Galión 18 - 38700 Santa Cruz de La Palma
CIF: B38340501

Depósito Legal: TF 588-2021

ISBN: 978-84-09-33875-7

Presentación

En diciembre de 2019 se detectó un brote de casos de neumonía muy grave en la ciudad china de Wuhan. Los estudios iniciales mostraron que la enfermedad se expandía rápidamente, que resultaba particularmente agresiva en la población adulta, y que no era causada por ninguno de los agentes conocidos responsables de infecciones respiratorias agudas. Al finalizar diciembre ya se contabilizaban fallecidos y eran centenares de enfermos los que seguían tratamientos por graves problemas respiratorios. En los primeros días de enero se identificó al agente viral responsable: un nuevo coronavirus de tipo 2. Este virus, responsable de este síndrome respiratorio agudo grave, fue denominado «SARS-Cov-2» (siglas en inglés de «*severe acute respiratory syndrome coronavirus 2*»), mientras que a la enfermedad que provocaba, «COVID-19» (abreviado del inglés, «*coronavirus disease 2019*»). Este coronavirus se convertiría en el principal protagonista a escala global durante el pasado 2020, relevancia que no disminuiría durante el presente año.

En la familia de los coronavirus se agrupan virus causantes tanto de enfermedades en humanos como en animales. Los coronavirus humanos circulan libremente y suelen causar enfermedades respiratorias leves (como el resfriado común); sin embargo, los coronavirus de animales (coronavirus zoonóticos) circulan entre los humanos solo de manera transitoria, pudiendo causar una enfermedad respiratoria grave. Estos coronavirus circulan libremente principalmente entre los murciélagos, pero ocasionalmente pueden contagiar al hombre, directamente o mediante una especie intermediaria. Por ahora se apunta a noviembre de 2019 como el momento en el que tuvo lugar la infección zoonótica mediante la cual este coronavirus se transmitió a un humano en la ciudad china de Wuhan.

La progresiva expansión de este virus iniciada en ese momento tendría efectos a nivel mundial provocando una pandemia que se extendería rápidamente por todo el planeta durante el 2020 y que se mantendría con sucesivas oleadas durante el presente año. La irrupción de este coronavirus no solo supondría la pérdida de millones de vidas humanas, sino que además provocaría un inmenso cataclismo en los ámbitos sanitario, económico y social, que todavía no ha sido completamente evaluado.

Un repaso cronológico de los principales hitos nos muestra que cuando finalizaba enero de 2020 el virus se había extendido considerablemente y se habían diagnosticado numerosos casos fuera de China, tanto en el sureste asiático, como en Europa y América, lo que llevó a la Organización Mundial de la Salud (OMS) a declarar una «emergencia de salud internacional». Los contagios y la expansión del virus continuaron de manera incontenible, alcanzando niveles particularmente dramáticos en el norte de Italia a finales de febrero. El 11 de marzo, la expansión del virus era tal que la OMS caracterizaba la enfermedad como «pandemia», y hacía un llamamiento a todos los países a tomar medidas de control en lo que parecía la mayor emergencia en la salud pública de los tiempos modernos.

Un turista alemán de vacaciones en La Gomera a finales de enero fue el primer paciente registrado en Canarias (y en España), después de que el Gobierno alemán alertara a las autoridades españolas de que dos personas que habían viajado a La Gomera habían estado en contacto previamente con un enfermo de coronavirus en su país. En febrero el positivo de un médico italiano y su mujer recién llegados de vacaciones, supuso la cuarentena de los 700 huéspedes de un hotel en el sur de Tenerife. Análisis genéticos realizados con posterioridad demostrarían que desde mediados de febrero habrían tenido lugar más de quinientas entradas independientes de virus en España. Los contagios se fueron extendiendo por todas las comunidades autónomas, iniciando lo que muchos medios de información calificaron como «la pesadilla del coronavirus».

El 14 de marzo, ante la rápida expansión del virus, el gobierno español declaró el «estado de alarma» con el confinamiento de la población en sus lugares de residencia para la gestión de la situación de emergencia sanitaria ocasionada por la COVID-19, implantando medidas para proteger la salud y seguridad de los ciudadanos, para contener la propagación de la enfermedad y para reforzar el Sistema Nacional de Salud. A finales de marzo se suspendió toda actividad laboral presencial no esencial, lo que suponía prácticamente la «hibernación de la economía». Durante las primeras semanas el número de contagios y de fallecidos aumentó a un ritmo muy elevado, de modo que aplanar la curva de contagios se irguió como el principal objetivo para evitar el colapso sanitario. Pero a pesar de los esfuerzos, muchas comunidades autónomas se acercaron al límite de la capacidad de sus unidades de cuidados

intensivos, se dobló el número de camas disponibles, se levantaron hospitales de campaña y en algunas regiones se habilitaron hoteles medicalizados.

Tras más de cuarenta días de confinamiento, a finales de abril se inició la primera medida de alivio de la cuarentena mediante un plan de desescalada en cuatro fases de dos semanas cada una para reducir de manera gradual el confinamiento, pero bajo la premisa de respetar siempre la distancia de seguridad entre las personas. La situación epidemiológica de cada provincia o isla permitió el cambio de fase de manera asimétrica y la movilidad entre provincias continuó restringida hasta que se concluyeron las cuatro fases. Cuatro fases que se iniciaron con franjas horarias para el paseo y con la posibilidad de practicar deporte individual en la vía pública, para luego continuar con la apertura del pequeño comercio, y parte de la actividad comercial, deportiva y cultural, pero siempre con importantes limitaciones de aforo. En las últimas fases se permitió la apertura de todos los comercios con una gradual retirada de las restricciones, pero evitando las aglomeraciones, manteniendo la distancia social y haciendo obligatorio el uso de las mascarillas en los lugares públicos a partir del 21 de mayo. El primer «estado de alarma» finalizó el 21 de junio, dando paso a lo que se denominó «nueva normalidad».

Pero durante el verano se multiplicaron rebrotes de diferente intensidad por todas las regiones y el 25 de octubre el Gobierno decretó un nuevo «estado de alarma» que se extendería hasta mayo de 2021, con el objetivo de contar con el paraguas legislativo apropiado para hacer frente a las nuevas olas de contagios. Se evitó establecer un nuevo confinamiento general de la población, pero se impuso el toque de queda sanitario (desde las 11 de la noche hasta las 6 de la mañana), permitiendo a las Comunidades Autónomas (CCAA) adelantarlo o atrasarlo una hora en su territorio. Además, el estado de alarma permitió a las CCAA realizar cierres perimetrales, así como, confinamientos totales o parciales, y otras medidas de contención. En Canarias, se establecieron cuatro niveles de alerta de acuerdo con la situación epidemiológica, que permitieron establecer restricciones específicas para cada isla.

Al finalizar 2020 las estimaciones realizadas cuantificaron los fallecimientos en España ligados a la pandemia en más de 80 mil (de los que algo más de 55 mil habían sido confirmados con pruebas PCR), y afectaban principalmente a la población de más de 65 años. Un estudio de seroprevalencia mostró que aproximadamente el 10 % de los españoles había sido infectado por el coronavirus. Una alta mortalidad de ancianos afectó a los residentes en centros sociosanitarios, donde las deficiencias estructurales, la precariedad laboral y los recortes sufridos por el sector, junto con inflexibles medidas de aislamiento, incrementaron las tasas de fallecimientos. Durante las primeras semanas de la pandemia los centros geriátricos carecieron de un adecuado apoyo institucional, y actuaron sin

contar con el conocimiento, la infraestructura, el personal o el material de protección necesario.

La COVID-19 sorprendió a la mayor parte de países del mundo por su inesperada velocidad de propagación. Aunque en España la cobertura de salud universal alcanza al 99 % de los ciudadanos, el coronavirus puso de relieve las deficiencias en el número de profesionales sanitarios, de camas hospitalarias y de UCI, o en la preparación y experiencia ante pandemias en la atención primaria. Según datos de 2017 de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), España estaba ligeramente por encima de la media en número de profesionales de Medicina, con casi cuatro doctores por cada 1.000 ciudadanos (el promedio de estos países es de 3,5), pero se situaba considerablemente por debajo en número de profesionales de Enfermería (menos de 6 por cada 1.000 ciudadanos, mientras que la media es de 8,8). Aun así, casi todos los países tuvieron que recuperar sanitarios jubilados, movilizar militares o contratar estudiantes. Con respecto a las camas hospitalarias, según los datos de 2017, el Sistema Nacional de Salud contaba con solo 2,4 camas en Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) por cada 1.000 personas, frente a las 3,7 de media de los países de la OCDE.

Las primeras estructuras afectadas por el impacto de la epidemia fueron los hospitales. Debido a la llegada masiva de pacientes a las urgencias y a las UCI, el sistema se colapsó por falta de espacio, camas, recursos humanos y materiales. Particularmente grave fueron las carencias exhibidas por España en mascarillas, Equipos de Protección Individual (EPI) y en respiradores (máquinas usadas en las UCI para bombear oxígeno a pacientes en situación crítica frente al virus).

De todos estos meses quedan recuerdos inolvidables de la solidaridad ciudadana. Así, desde el inicio del primer «estado de alarma» en marzo, se organizó a través de las redes sociales el llamado «aplausos sanitarios», con el que se convocaba a los ciudadanos a salir a ventanas y balcones a unirse en un aplauso simultáneo en apoyo y reconocimiento al personal sanitario que trabajaba incansablemente en el tratamiento de los contagiados. Fue una rutina que se repitió cada día, a las 19 horas en Canarias, y que contó con un gran seguimiento. Después de dos meses, el 17 de mayo se dio el último aplauso multitudinario. O el movimiento «*#YoMeQuedoEnCasa*» también promovido por las redes sociales para fomentar el confinamiento y detener la expansión del virus. O las comparecencias diarias para informar de la situación sanitaria del director del Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias, el Dr. Fernando Simón, cuyo talante sosegado, afable y atuendo informal, informando de manera rigurosa, científica y asequible, lo convertiría en una de las caras más populares de la pandemia. Fue también un año de limitaciones de movilidad, de mascarilla, de geles hidroalcohólicos, de enseñanza virtual, de teletrabajo. Del cierre de la

industria y el comercio, con la hostelería y el turismo como los sectores más afectados. También fue el año de los Expedientes de Regulación Temporal de Empleo (ERTE).

Mención aparte merece la más que preocupante proliferación de falsas noticias y de bulos que se extendieron por los medios sociales e incluso encontraron eco en algunos medios de comunicación. Desde que el brote surgió en China y a medida que se fue extendiendo por Europa abundaron noticias falsas que se expandieron junto con la pandemia. Informaciones falsas que pretendían no solo generar desconfianza, sino además provocar el pánico, haciéndonos pasar por conejillos de indias en un experimento a escala mundial o acusando a los gobernantes de ocultar información relevante. Campañas perfectamente organizadas en las redes sociales para desestabilizar y generar confrontación. De manera que una marea de desinformación se propagó casi a la misma velocidad que el virus. Proliferaron noticias falsas sobre el origen del virus, su propagación vinculada con la tecnología 5G, su tratamiento, sobre el control de la información, apoyadas en imágenes trucadas, videos o audios de supuestos profesionales (sanitarios y científicos) que nos explicaban «la verdad sobre el virus», etc. La pandemia del SARS-CoV-2 estuvo acompañada de una paralela «*infodemia*».

Fue un año, el 2020, en el que fuimos testigos de los aciertos y los errores de la comunidad científica en su propósito de conocer cuanto antes al coronavirus y frenar la enfermedad. Comprobamos en primera fila la aplicación del método científico, que no es otro que el de comprobar y desechar hipótesis, y ante un virus nuevo, desconocido, observamos el uso inicial de la información que se había obtenido de virus similares, y posteriormente como se realizaron las correcciones y mejoras pertinentes a medida que se fue conociendo al nuevo patógeno. Así se demostró que en el SARS-CoV-2 se combinaba una gran facilidad de contagio con una alta letalidad. Se transmitía por el aire, infectaba las vías respiratorias superiores y regresaba al ambiente de inmediato (incluso en ausencia de síntomas). Los efectos podían ser terribles incluyendo desde la destrucción de células pulmonares a una reacción inmunitaria secundaria descontrolada.

Por primera vez seguimos el día a día de los pasos que daba la Ciencia. Pasos hacia adelante, o de retroceso, cuando se abandonaba una línea de investigación que resultaba infructuosa. Todo esto, que es habitual en la discusión académica, no suele trascender a la opinión pública general, por lo que no es de extrañar cierta ofuscación popular frente a los reveses de algunas líneas de investigación. Pero la ciencia puntera siempre nos recuerda lo mucho que ignoramos.

Por eso el 2020 ha sido el año del trabajo científico apresurado en el que muchos miles de científicos han reorientado sus investigaciones para trabajar colectivamente en diferentes aspectos de la enfermedad. El resultado fue una

enorme cantidad de información obtenida en un plazo muy corto. Un alud de información nueva que había que entenderla y procesarla sobre la marcha. A las pocas semanas de aparecer la enfermedad ya se había secuenciado el genoma completo del virus, en pocos meses se contaba con centenares de ensayos clínicos que permitían aplicar nuevos tratamientos farmacológicos, y hacia final de año era posible disponer de varias vacunas que se habían obtenido en un tiempo récord. La inversión multimillonaria en investigación para conseguir todos estos avances parece demostrarnos que es posible afrontar grandes retos cuando la humanidad se siente realmente amenazada. Pero frente a esta lección de cooperación a nivel mundial protagonizada por el colectivo científico, llama poderosamente la atención que entre los gestores políticos haya primado el enfrentamiento y la discusión. Los científicos compartieron libremente la información y progresaron sobre la base de conocimientos y descubrimientos ajenos, sustentados en equipos de investigación internacionales. Los políticos, sin embargo, no fueron capaces de establecer una alianza internacional ni de diseñar un plan global contra el virus, incapaces de reconocer que la mayor amenaza que acecha a la humanidad tiene que ver con el modo de vida que hemos construido, totalmente de espaldas a la naturaleza. Tristemente, si nuestra especie se extinguiera es muy probable que ninguna otra especie nos echara de menos, y lo que es más significativo, nuestra ausencia no modificaría ningún ciclo ecológico.

A medida que se va superando la emergencia sanitaria en la que la prioridad es frenar la expansión del virus y salvar vidas, es obligatorio plantear la prevención frente a futuras pandemias, puesto que la COVID-19 es por ahora la última, aunque la más grave, de las que han ocurrido en lo que va de siglo. Esta crisis de salud pública nos muestra un vínculo claro entre la salud de las personas, la de los animales y la de los ecosistemas, es decir, la salud del planeta. La Naturaleza está en una profunda crisis bajo la amenaza de la pérdida de biodiversidad, la contaminación, el calentamiento global y la acidificación de los océanos.

Desde que aparecieron los primeros casos en China se ha especulado mucho sobre su origen. Aunque todavía no hay certeza todo apunta hacia los murciélagos que suelen ser el reservorio natural de este tipo de virus, pero se desconoce la especie intermedia que permitió que el virus llegara a los humanos. Esta zoonosis, una enfermedad transmitida desde un animal al ser humano, se une a la larga lista de zoonosis conocidas como la rabia, el ántrax, la fiebre amarilla, el dengue, el SIDA o el ébola. Curiosamente todas estas enfermedades están vinculadas con la actividad humana. Se estima que más del 70 % de las enfermedades infecciosas humanas de las últimas cuatro décadas tienen su origen en animales salvajes, siendo responsables de millones de muertes cada año. De manera que las zoonosis podrían representar una de las amenazas más importantes para la salud mundial.

Al interactuar con el medio natural, el hombre queda expuesto a la propagación de patógenos potenciales, en muchos casos actuando el ganado como puente entre la vida silvestre y las infecciones humanas. Los cambios en el medio natural resultado de actividades humanas producen alteraciones en el suelo y pérdidas de hábitats (desforestación, extensión agrícola, prácticas ganaderas), provocando que sus patógenos evolucionen para explotar nuevos hospedadores. Los cambios ambientales inducidos por el hombre modifican las estructuras de los ecosistemas naturales y reducen la biodiversidad, definiendo nuevas condiciones ambientales para la expansión de patógenos mediante vectores nuevos en busca de nuevos hospedadores. Por eso la integridad de los ecosistemas resulta fundamental para la salud y el desarrollo humano.

Desafortunadamente, las evidencias sugieren que a medida que el clima va cambiando los brotes o enfermedades epidémicas pueden volverse más frecuentes. Nuestra progresiva reducción de las áreas silvestres propicia que interactuemos cada vez más con la fauna salvaje, ofreciendo innumerables oportunidades para que los patógenos pasen desde la fauna natural a los animales domésticos o a las personas. Nuestra mejor vacuna para el futuro parece hallarse en proteger la naturaleza y la biodiversidad. La pandemia de la COVID-19 sorprendió al mundo entero y disparó las alarmas puesto que se trata de las últimas posibilidades que tenemos para reducir los impactos del riesgo inminente que supone el cambio climático para la supervivencia de la humanidad. El futuro de nuestra especie está ligado a que seamos capaces de vivir en una relación de respeto y equilibrio con la naturaleza. Sin embargo, para ello es necesario un profundo cambio en nuestro comportamiento puesto que nuestra conducta histórica nos define como la especie más destructiva que ha habitado el planeta.

Nos estamos quedando sin tiempo para resolver la crisis climática. Estamos destruyendo la naturaleza a un ritmo sin precedentes, acabando con la red de interconexiones elaborada por los seres vivos, la biosfera. Al destruir sus complejos equilibrios dinámicos se inician mecanismos que ayudan a propagar enfermedades infecciosas. Así, la extinción de especies y sus poblaciones altera las relaciones ecológicas reduciendo los controles que había establecido la propia naturaleza. Pero si además se suman aspectos sociales y culturales diseñamos la tormenta perfecta. El crecimiento de la población humana en grandes núcleos, pero con profundas desigualdades, junto a la globalización que ha incrementado viajes que permiten muchísimas interacciones que facilitan la propagación de enfermedades a grandes distancias. Parece que este es el precio que hay que pagar por el mundo globalizado que hemos diseñado. Pero, ¿concuerda la lógica de los ecosistemas terrestres con la globalización y la libre circulación de personas por todo el mundo?

Aunque los tememos por su papel como patógenos, la vida tal como la conocemos no sería posible sin los virus. Habitamos un mundo en el que la diversidad y abundancia de virus supera cualquier intento de cálculo. Muchos de esos virus reportan beneficios adaptativos sin provocar daños. Los virus desempeñan funciones muy importantes y han participado y modulado desde el principio la evolución de la vida. Hoy conocemos que el 8% del genoma humano tiene procedencia vírica, con algunos de esos genes desempeñando funciones muy importantes. Sin los virus no podríamos seguir viviendo. Es más, sin ellos no habiéramos surgido como especie. Sin los virus no existiría la inmensa diversidad biológica del planeta. Un virus es un parásito, pero en ocasiones el parasitismo tiene más de simbiosis, con beneficios tanto para el hospedador como para el hospedado.

Los virus no son células vivas. Cada partícula vírica consta de material genético (ADN o ARN) empaquetado dentro de una cápsula de proteínas, y solo puede copiarse a sí mismo si penetra en una célula y se adueña de la maquinaria que convierte la información genética en proteínas. Se replicarán así muchas nuevas copias, proceso que puede provocar la muerte de la célula invadida. Pero puede ocurrir que además de replicarse en los huéspedes celulares, también transporten genes de un organismo a otro mediante la transducción del material genético. Todo sugiere que los virus co-evolucionaron con sus organismos hospedadores, de modo que cuando un virus se multiplica en su hospedador natural (reservorio) tiende a causar solo una leve y limitada enfermedad, y solo originan enfermedades graves cuando infectan a organismos diferentes.

Ya apuntamos el importante cataclismo sanitario, económico y social vinculado a la COVID-19. La pandemia ocasionó efectos devastadores en las instituciones culturales, y el IEHC no fue una excepción. A la suspensión de todas las actividades durante los meses de confinamiento se sumó posteriormente el reto de poner en marcha la agenda cultural adoptando las significativas reducciones de aforo impuestas en aras de la seguridad. Continuar con la programación sin asumir ningún riesgo fue un objetivo incontestable, ante el temor de que la inactividad destruyera en un año lo que ha costado décadas en levantar.

El IEHC cerró a mediados de marzo al establecerse el primer estado de alarma y reanudó su actividad en el mes de mayo cuando se autorizó la organización de actividades culturales, siempre que se adoptaran las importantes restricciones establecidas para el aforo. De este modo la programación del IEHC continuó con mínima presencia en el salón de actos, pero potenciando el seguimiento de las actividades desde casa, a través de Facebook y el canal de YouTube de la institución. El seguimiento telemático en directo de las actividades fue la principal herramienta que permitió mantener viva la agenda cultural. Además, las grabaciones de los diferentes actos se incorporaban a la videoteca de la página web del IEHC, de manera

que permanecían permanente disponibles desde el día siguiente a su celebración.

Ante estas circunstancias, en el proceso de organización de la XVI SEMANA CIENTÍFICA TELESFORO BRAVO se asumió que para una edición que debería celebrarse en un salón de actos sin público o con una limitación de aforo muy importante, lo más conveniente sería buscar el apoyo de conferenciantes de la casa, conocedores de la problemática organizativa ocasionada por la pandemia. Por eso se invitó como conferenciantes a miembros rectores tanto del IEHC como de la Fundación T. Bravo - J. Coello, comprometidos con el espíritu de estas jornadas, cuatro de los cuales ya contaban con participaciones previas en estas semanas científicas. Reflexionar sobre el medioambiente en la actual situación de pandemia, pareció la temática oportuna para ser tratada desde un punto de vista divulgativo en el marco del ciclo de conferencias.

Con «*Reflexiones medioambientales en tiempos de un coronavirus*», se pretendió, además de dar continuidad a este ciclo en un año difícil y perturbador, reunir las impresiones y aportaciones sobre el medio natural y la salud realizadas por profesionales de diferentes ámbitos (Biología, Geología, Gestión Ambiental o Medicina). La Semana Científica desarrolló su programa en el salón de actos de la sede del IEHC en ausencia de público, entre el lunes 16 y el viernes 20 de noviembre, con sesiones diarias de 18:00 a 19:00 horas. Cada sesión fue retransmitida en directo a través de Facebook y el canal de YouTube del IEHC, y se han conservado y mantenido a disposición de los usuarios en la videoteca del Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias (<http://www.iehcan.com/publicaciones/videos/>).

En la primera jornada de la Semana Científica se procedió, como ya es tradicional, a la presentación del ciclo efectuada por Jaime Coello Bravo y Julio Afonso Carrillo. Tras pormenorizar Coello las características de la programación científica, Afonso presentó el libro que bajo el título «*Gran Canaria: las huellas del tiempo*», reúne el conjunto de conferencias del ciclo de 2019.

Las conferencias que conformaron el programa desarrollado a lo largo de la XVI Semana Científica Telesforo Bravo fue el siguiente:

Lunes, 16 noviembre 2020.

Isidoro Sánchez García: «Caminando entre pandemias por los Parques Nacionales de Canarias».

Martes, 17 noviembre 2020.

Julio Afonso-Carrillo: «Tiempos de profundas transformaciones en los paisajes submarinos del litoral canario»

Miércoles, 18 noviembre 2020.

Jaime Coello Bravo: «Respetar la tierra, honrar la cultura, dejar las rocas en su lugar adecuado: #pasasinhuella».

Jueves, 19 noviembre 2020.

Juan Jesús Coello Bravo: «El patrimonio geológico: una oportunidad para la conservación del medio natural de Tenerife».

Viernes, 20 noviembre 2020.

Javier González Pérez: «La salud en los tiempos de la COVID-19».

En este libro se agrupan los artículos elaborados por los propios autores de los contenidos expuestos en cada una de estas conferencias.

En la primera sesión, Isidoro Sánchez García, ingeniero de Montes, exdirector de los Parques Nacionales de El Teide y de Garajonay, y vocal de la Junta de Gobierno del IEHC, aprovechó la circunstancia de que Telesforo Bravo vivió prácticamente entre dos grandes pandemias, la conocida como Gripe Española que entre 1918 y 1920 provocó la muerte de unos cuarenta millones de personas en todo el mundo y la actual pandemia de la COVID-19, para incorporar una serie de reflexiones, comentarios y anécdotas con el fin de glosar la figura de Telesforo y su relación con los parques nacionales canarios. Se realiza de este modo un paseo, en el que siguiendo a Le Breton, Sánchez nos mostró su disfrute no solo del caminar sino también de las numerosas lecturas que lo sustentan, de encuentros, de recuerdos y de conversaciones. Así, aunque separados por siglo y medio, establece ciertos paralelismos entre Humboldt y Bravo, dos naturalistas excepcionales, con una visión universal de la naturaleza. Concluyó evocando a Telesforo Bravo como uno de los vértices junto a José Viera y Clavijo y Agustín de Betancourt y Molina, de ese gran triángulo humano que conformaron en el valle de Taoro.

Me correspondió a mí, Julio Afonso Carrillo, en mi condición de biólogo marino, catedrático de Botánica (jubilado) de la ULL, y vicepresidente de Asuntos Científico del IEHC, intervenir en la segunda sesión. Reflexioné acerca de la crisis originada por la COVID-19 y su vinculación con las pérdidas irreparables de biodiversidad y los desequilibrios de los ecosistemas que provocan nuestras actividades. Así, el océano, pieza fundamental que permite que nuestro planeta resulte habitable, ha absorbido la mayor parte del exceso de calor del calentamiento global e incorporado una parte considerable del exceso de CO₂ de emisiones de origen antropogénico. Han protegido al planeta frente al calor extremo, pero a expensas de un elevado precio para los ecosistemas marinos. Para destacar esos costes, analicé los cambios experimentados en las últimas décadas por tres tipos de poblamientos de macroalgas marinas canarias fundamentales en los paisajes submarinos de los fondos rocosos someros de las islas: los bosques de «mujo amarillo», los bosques de «mujo negro» y las comunidades de «caliches».

Finalicé, comentando algunos grupos de algas canarias en los que recientemente se han descubierto nuevas especies, claras evidencias de que aún queda mucho por conocer sobre la flora marina canaria y su papel en los ecosistemas bentónicos.

Jaime Coello Bravo, Licenciado en Derecho, Máster en Política y Gestión Ambiental, y director de la Fundación Telesforo Bravo – Juan Coello intervino en la tercera sesión y dedicó su conferencia a explicarnos que la actual crisis sanitaria, no es más que una manifestación más de la crisis ambiental y social que la ha propiciado. Coello nos explicó que a medida que destruimos ecosistemas dejamos a los animales sin hábitat incrementando la probabilidad de que uno de sus virus pase al ser humano. Por eso la importancia de dedicar esfuerzos a analizar y prevenir determinados comportamientos que provocan daños ambientales a pequeña escala, pero cuando se imitan y repiten pueden generar impactos enormes. En ese sentido, Coello argumentó que el apilamiento de piedras en el medio natural, una moda que se ha ido extendiendo a escala mundial, está propiciando la toma de medidas para frenar su expansión. La campaña, el colectivo y el manifiesto #pasasinhuela, dado el desmesurado incremento de atentados contra el paisaje, la gea, la flora y la fauna, pretende concienciar a los ciudadanos y administraciones canarias de la necesidad de educar en el respeto y la protección del medio natural.

Juan Jesús Coello Bravo, geólogo y responsable del área científica de la Fundación Telesforo Bravo – Juan Coello, intervino en la cuarta jornada para explicarnos que el desorden generado por el hombre en su planeta está sometiendo a todo el medio natural a una presión creciente y claramente insostenible. Así, con respecto al rico patrimonio geológico de las islas Canarias que abarca notables valores tanto volcanológicos, geomorfológicos, petrológicos o paleontológicos, Coello nos mostró que aunque en los últimos años la legislación nacional posibilita llevar a cabo una protección efectiva, las autoridades autonómicas, insulares y municipales no terminan de asumir su protección. Mientras tanto, los elementos naturales que se pretenden proteger están sometidos a la intensa presión que ejerce la industria turística, dominada por grandes corporaciones, cuyo principal objetivo es obtener la mayor rentabilidad posible a corto plazo. Para Coello, la presión residencial y turística constituye en la actualidad una amenaza real que se incrementa día a día, ejerciendo impactos cada vez más rápidos, severos e irreversibles.

En la quinta sesión, Javier González, licenciado en Medicina, especialista en medicina deportiva, deportista, escritor y vocal de la Junta de Gobierno del IEHC, nos recordó que la pandemia de COVID-19 ha supuesto un importante cambio en nuestros hábitos, por lo que tratar de mantenernos en un estado saludable resulta recomendable por si debemos enfrentarnos a

la enfermedad. González nos explicó la fatiga que fue generando el confinamiento con sus restricciones y prohibiciones, así como, los nuevos hábitos que fue necesario asumir para reducir la probabilidad de que el virus alcanzara nuestros pulmones, como el uso de la mascarilla. El incremento del sedentarismo propiciado por la COVID-19, ha elevado la proporción de tiempo que pasamos frente a las pantallas del ordenador o de los dispositivos móviles, lo que también puede suponer un riesgo importante para la salud si no se hace de manera adecuada.

La preparación del presente libro ha sido posible gracias a la inestimable colaboración de los conferenciantes, que aceptaron con agrado participar en una Semana Científica diferente, desprovista de la calidez generada por la presencia física y el contacto personal, y han redactado desinteresadamente los artículos que aparecen publicados en estas páginas. La necesaria financiación fue aportada por el GOBIERNO DE CANARIAS, el CABILDO DE TENERIFE y el AYUNTAMIENTO DE PUERTO DE LA CRUZ. Como en los libros anteriores de esta colección, el diseño de la portada y la preparación del documento final para imprenta son resultado de la altruista colaboración que Javier Figueroa ha mantenido desde su inicio con esta iniciativa editorial del IEHC. En el proceso de organización del ciclo de conferencias, participó de manera destacada Iris Barbuzano Delgado que asumió tanto el diseño gráfico de la programación de las jornadas, como la totalidad de las tareas administrativas relacionadas con la Semana Científica y la publicación del libro. Por último, a Alejandro Amador (PUERTO INFORMÁTICA) se debió la retransmisión y grabación de cada una de las sesiones, lo que hizo posible la celebración y difusión del ciclo de conferencias.

El seguimiento por el público de las retransmisiones de cada una de las jornadas, así como, el alto número de visualizaciones con las que han contado los videos de cada conferencia dejan patente el interés y el cariño con que cada año es acogido este ciclo. El agradecimiento del IEHC a todos los seguidores.

Un año más el presente libro mantiene el compromiso original de esta colección de actas, que persigue mantener vivo el recuerdo y ser homenaje de reconocimiento del IEHC hacia Telesforo Bravo.

Julio Afonso Carrillo
Vicepresidente de Asuntos Científicos del IEHC

ÍNDICE

Págs.

-
1. **Caminando entre pandemias por los Parques Nacionales de Canarias,**
por ISIDORO SÁNCHEZ GARCÍA 17 – 39
 2. **Tiempos de profundas transformaciones en los paisajes submarinos del litoral canario,**
por JULIO AFONSO-CARRILLO 41 – 88
 3. **Respetar la Tierra, honra la Cultura, deja las rocas en su lugar adecuado. #Pasasinhuela,**
por JAIME COELLO BRAVO 89 – 128
 4. **El patrimonio geológico: una oportunidad para la conservación Del medio natural de Canarias,**
por JUAN J. COELLO BRAVO129 – 147
 5. **La salud en los tiempos de la COVID-19,**
por JAVIER GONZÁLEZ149 – 161

1. Caminando entre pandemias por los Parques Nacionales de Canarias

Isidoro Sánchez García

Ingeniero de Montes.

Exdirector de los Parques Nacionales de El Teide y de Garajonay.

Vocal de la Junta de Gobierno del IEHC.

Definir y presentar a un personaje polifacético como Telesforo Bravo Expósito, naturalista, geólogo y arqueólogo, no es fácil. De manera particular si lo hacemos entre pandemias y caminando por los cuatro Parques Nacionales de Canarias: Teide, Taburiente, Garajonay y Timanfaya, en las islas de Tenerife, La Palma, La Gomera y Lanzarote, respectivamente, sin olvidar La Graciosa, El Hierro, Gran Canaria y Fuerteventura.

Ya lo apunté hace años cuando participé en otra Semana Científica sobre Telesforo Bravo, «el Maestro de la Convivencia». Fui un alumno privilegiado por cuanto lo tuve como profesor de la naturaleza durante cuarenta años y me enseñó además a practicar el respeto mutuo, la aceptación de las reglas de juego y la condición de relacionarse con los demás a través de una comunicación permanente, fundamentada en el afecto y la tolerancia y donde siempre debemos tener el espíritu abierto.

Don Telesforo, el HOMBRE QUE HABLABA CON LOS VOLCANES, como Alejandro de Humboldt, quiso vivir 140 años, pero eso era mucha esperanza de vida. No obstante, lo que sí ha quedado es su legado, en manos de la Fundación que lleva los nombres de «Telesforo Bravo y Juan Coello», el alter ego de Telesforo, su yerno y colaborador científico.

Con Telesforo Bravo

Cuando el virus nos encerró, confinó y encuarentenó, los pájaros cantaban de otra manera. La luz del sol era distinta, la atmósfera estaba más limpia, había menos ruido en la calle y menos turistas. La lectura se hacía más agradable, había más tiempo para escribir y para pensar. Tuve la suerte de coparticipar en algunos micro-actos culturales y uno de ellos es este de la semana científica que el Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias (IEHC) organiza anualmente en homenaje a don Telesforo Bravo Expósito. En esta ocasión, noviembre de 2020, he colocado en mi imaginario el título de la charla: «Caminando entre pandemias, por los Parques Nacionales de Canarias» por eso invoqué al antropólogo francés, David Le Breton, autor del libro «*Elogio del caminar*», porque expresó:

«Un paseo simple y en buena compañía, en el que el autor quiere mostrar su disfrute no solo del caminar en general, sino también de sus múltiples lecturas, así como el sentir permanente de que toda escritura se nutre de la de los otros y es ley en todo texto reconocer esta deuda jubilosa que alimenta a menudo la pluma del escritor. Por lo demás, son los recuerdos los que van a desfilar por aquí: impresiones, encuentros, conversaciones a la vez esenciales e insignificantes; en una palabra, el sabor del mundo».

El 14 de septiembre de 1769 vino al mundo, en la ciudad prusiana de Berlín, el niño Alejandro de Humboldt. Casi siglo y medio más tarde, el 5 de enero de 1913, con la llegada de los reyes magos, vino del agua, Telesforo Bravo Expósito. Nació en un pueblo de Tenerife, costanero, que se ahueca donde termina el mar y empieza el valle de Taoro y se llama Puerto de la Cruz. En una isla europea y africana que está en Canarias, en el océano Atlántico medio. En su humilde casita de la calle de La Hoya, Telesforo desconocía el destino que le uniría a Alejandro de Humboldt años más tarde (Fig. 1). El niño Telesforo jugaba con las hormigas, con los sarantontones y con los lagartos, y contemplaba el vuelo de las mariposas que él soñaba siempre en libertad.

El joven Telesforo, con su hermano Buenaventura, pasaba las tardes en la playa de Martiánez, trepando por los riscos, buscando peces o moluscos, navegando en la yola de playa en playa. A veces llevaban sus libros para cuidarse a leer la naturaleza que allí contemplaban. Aprendían de los huesos de los lagartos, de las conchas e incluso de la sepultura de los guanches. Y cuando el sol se marchaba a iluminar otras tierras, el cielo nocturno, plagado de estrellas, les contaba viejas historias de dioses y seres mitológicos.

Al cumplir 15 años, Telesforo conoció el trabajo de su padre en el pozo que don Felipe Machado, el del Risco de Oro, había adquirido a la empresa

británica Fyffes. Estaba cerca del cauce del barranco de san Felipe, no muy lejos de la playa Jardín de la actualidad. Como el buen campesino isleño, Telesforo supo que el agua estaba guardada fresca y borboteante dentro de los riscos y la cuestión era dar con ella para así regar las tierras de la zona baja del valle de La Orotava.



Fig. 1. Con Telesforo Bravo en el centro de visitantes del Parque Nacional del Teide. El Mayorazgo de La Orotava.

A esa misma edad, a los 15 años, pero 150 años antes, el joven Alexander von Humboldt se preparaba para iniciar sus estudios en la universidad de Frankfurt Oder (economía, ciencias naturales, botánica y mineralogía). Trataba de analizar los hechos no de manera aislada sino en relación con los otros. Usaba el método comparativo como nadie, lo cual le convirtió en el padre de la moderna ciencia geográfica. Era un sabio integral.

A los jóvenes Alexander y Telesforo les unía una visión universal de la naturaleza. También Telesforo llegó a la universidad. Primero en La Laguna y luego en Madrid donde estudió lo que siempre había querido: las Ciencias Naturales, especializándose en Geología e Hidrología. En las piedras y en el agua, como elementos integradores de los demás elementos de la naturaleza. A los dos les gustaba viajar, particularmente a las Américas y a la Eurasia. A Rusia y a Irán, respectivamente, pero el amor a su tierra le pudo más a Telesforo y volvió. Todo por la naturaleza, la tierra, el agua y sus islas.

Con la obra científica de Telesforo se inauguraron los estudios modernos sobre el Teide y la Caldera de Taburiente, sobre la geología de La Gomera y sobre las enigmáticas estructuras aborígenes de Lanzarote. Lo que tengo claro es que don Telesforo fue moldeado por el agua y hablaba con los volcanes y no solo con las piedras.

En el libro «*Canarias desde el mar hasta el cielo*», acerca de los Parques Nacionales Canarios que el grupo CPC dedicamos en 2013 a don Tele, escribimos:

«La historia geológica puede entenderse mejor observando directamente los procesos naturales actuales (erosión, sedimentación y acción volcánica). La clave del pasado es el presente y el fósil de hoy es la pista para analizar el pasado».

Ciencia y Política

A Telesforo Bravo le gustaba primero, la gea, es decir la geología, y luego la bio, la biología. Cuando mezclaba las dos cosas, los dos términos, se encontraba con el biotopo -el territorio o medio físico- y la biocenosis, es decir los seres vivos, hombres y animales. De la gea, los volcanes eran su predilección y era fácil de entenderlo, ya que había nacido en Puerto de la Cruz, al pie del valle de La Orotava desde donde contemplaba su icono, el Teide (Fig. 2). Y eso que aún no había pensado en los deslizamientos gravitacionales del valle de La Orotava, aunque su padre era de Garachico y venía de otro valle. De la bio, los seres humanos y también los lagartos, las ratas y las tortugas, los peces y las aves, pero siempre su icono vital fue el agua. Sobre todo, la del océano Atlántico, donde nació en una de las islas de la Macaronesia, sin descuidar la del Mediterráneo cuando fue a trabajar al Oriente Próximo, y la del Caribe y la del Pacífico cuando viajó por razones profesionales a Las Américas.

Como bien señala «El País» en una de sus recientes editoriales, «*Hay que revertir la senda*», para corregir las crisis sanitaria y económica que afrontan a España por culpa de la pandemia del coronavirus, y evitar añadir otra de carácter institucional. Para ello harían falta personajes de la talla de Telesforo Bravo que, aunque naturalista, fue un hombre muy apropiado para participar en la vida política de Canarias cuando la transición de 1978. Fui testigo de excepción cuando el recordado político e ingeniero, Adán Martín, intentó convencer al admirado Telesforo para su incorporación a la vida política de Canarias. De seguro hoy podría ayudarnos a conseguir revertir la senda que estamos viviendo por el camino de la democracia. Así se evitarían las desconfianzas y las desafecciones entre los ciudadanos. Estoy seguro que Telesforo hubiera sido un excelente ejemplo de la importancia de los científicos en la toma de decisiones políticas.

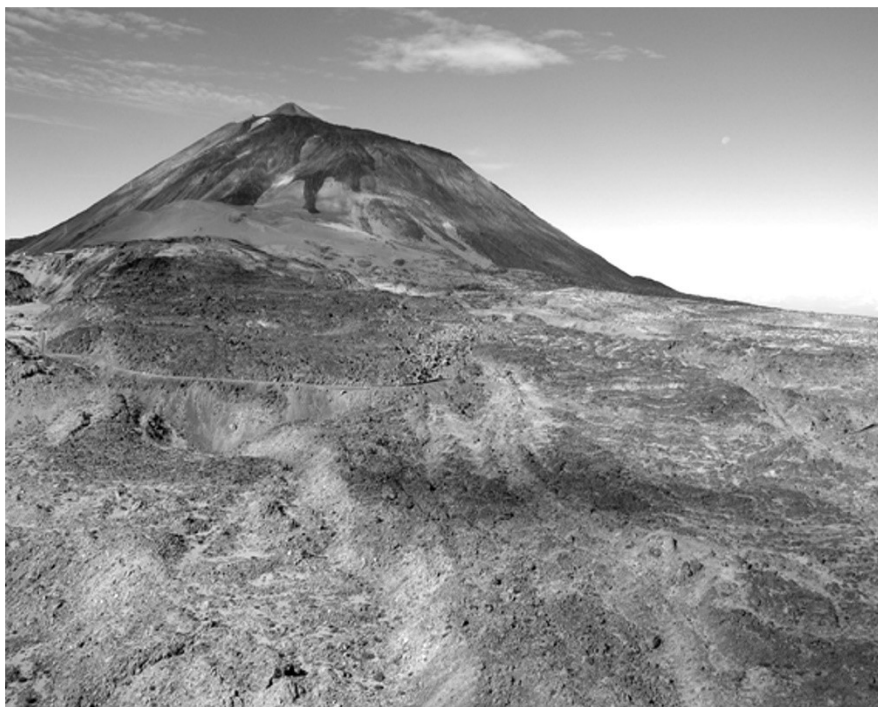


Fig. 2. Parque Nacional del Teide (Tenerife).

Los Parques Nacionales

Cuando se aprobó la ley de parques nacionales de España en 1916, Telesforo Bravo tenía tres años, y cuando se declararon los primeros parques nacionales, Covadonga y Ordesa en 1918, año de la pandemia de la gripe española, había cumplido cinco años.

A partir de 1954 conoció Telesforo la declaración del Teide y de La Caldera de Taburiente como parques nacionales en las islas de Tenerife y La Palma, respectivamente. Más tarde, en 1974, la declaración de Timanfaya como parque nacional en la isla de Lanzarote, y en abril de 1981, la del parque nacional de Garajonay, en la isla colombina de La Gomera (Figs 2-8). Es decir, entre 1954 y 1981 vivió plenamente las declaraciones oficiales de estos espacios naturales protegidos, dos de los cuales han sido inscritos por la UNESCO como bienes naturales del patrimonio mundial, Garajonay y Teide, de los que fuimos miembros de sus respectivos patronatos. Telesforo conocía profundamente la gea y la bio de estos espacios naturales. Nació poco antes de la pandemia de la gripe española de 1918 y falleció sin conocer el coronavirus del año 2020.



Fig. 3. Parque Nacional del Teide.

La Peña Baeza del Puerto de La Cruz y los patronatos del Teide y de Garajonay me permitieron conocer en profundidad y por mucho tiempo al inolvidable personaje que fue Telesforo Bravo. Quizás por ello participo una vez más en esta semana científica que anualmente le organiza en el mes de noviembre este Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias del que tanto disfrutaba. Tengo la suerte de formar parte de la sección científica del mismo y de la Fundación Telesforo Bravo-Juan Coello.

Referencias biográficas

Telesforo Bravo Expósito nació en 1913 en el Puerto de La Cruz, en la isla canaria de Tenerife, al pie del Teide. Su padre, Buenaventura, fue marino de cabotaje y encargado administrador del pozo del agua en la dehesa de los Machado. Telesforo tuvo una hermana, Hilaria, y un hermano, Buenaventura.

En 1916 se aprobó la ley de parques nacionales en España a propuesta de don Pedro Pidal, senador por Asturias y marqués de Villaviciosa.

En 1917 el distrito forestal de Tenerife, siendo ingeniero jefe don Arturo Ballester, y el ayuntamiento de La Orotava, a propuesta del concejal don Juan Acosta, solicitaron al Estado la declaración del Teide como parque nacional.



Fig. 4. Parque Nacional del Teide. Panorámica aérea del cráter.

Más tarde don Fernando Franquet, consejero del Cabildo Insular, apoyó la propuesta.

Entre 1914-1918 nos encontramos con la primera guerra mundial y en 1918 con la gripe española como pandemia. En 1918 se conoció la declaración de los parques nacionales de Covadonga y Ordesa.

En 1933 Telesforo finalizó magisterio en La Laguna y fue destinado a trabajar a La Gomera, como su hermano Buenaventura.

En 1934, don Leoncio Oramas, ingeniero jefe del distrito forestal, solicitó la declaración del Teide como parque nacional.

De 1935 solo he encontrado relaciones con los minerales y los volcanes en el escritor surrealista francés, André Breton cuando leí su visita al Teide en el capítulo V de su libro *«El amor loco»*, reeditado en 2002, año del fallecimiento de Telesforo.

En 1940 el cabildo de Tenerife reiteró a Madrid la propuesta de declaración del parque nacional del Teide.

En la posguerra española Telesforo contrajo matrimonio con doña Asunción Bethencourt y tuvieron dos hijos: Jesús y Lourdes, compañeros de fatigas de la época.

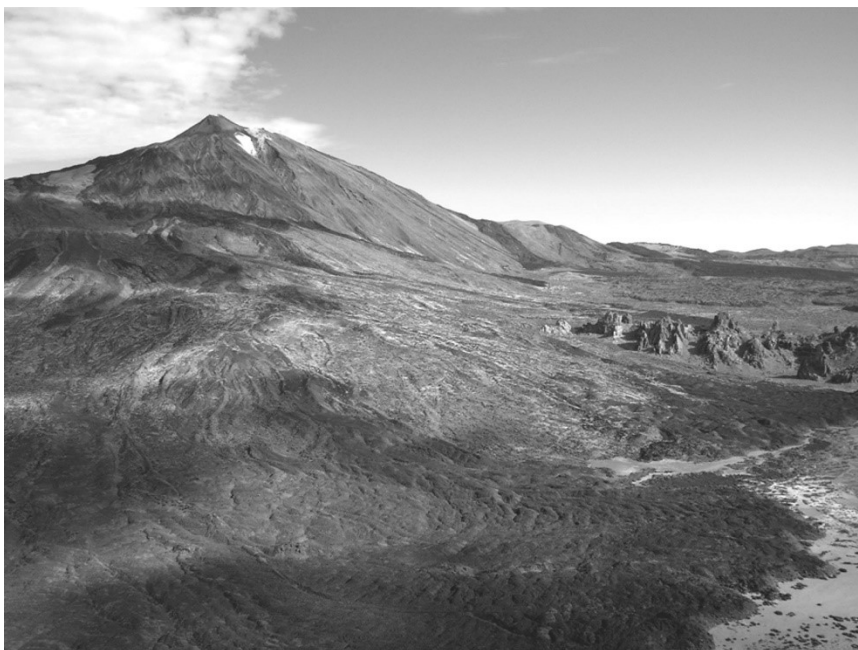


Fig. 5. Parque Nacional del Teide.

En el año de 1946 Telesforo inició sus estudios en Madrid Ciencias Naturales. Coincidió con los portuenses Luis Espinosa y Enrique Talg.

En 1952 visitó La Gomera el naturalista suizo Büttikofer que contactó con Buenaventura Bravo, hermano de Telesforo, a través del botánico sueco, Eric Sventenius, y le acompañó en sus excursiones por la isla colombina. El naturalista suizo pretendía que se declarase parque nacional una parte de La Gomera por lo que pensaba impartir una conferencia en Madrid ante los servicios forestales y recabar el apoyo del general Franco.

En el año de 1953 tuvo lugar la inauguración en el Puerto de la Cruz del Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias (adherido al Instituto de Cultura Hispánica de Madrid). Lo visitaron las escritoras Dulce María Loynaz, cubana, Hija Adoptiva del Puerto de La Cruz y Premio Cervantes en 1992, y Carmen Conde, primera mujer académica en España. Coincidieron con don Telesforo, a la sazón vicepresidente del Instituto.

En enero y octubre de 1954 se declararon parques nacionales El Teide y La Caldera de Taburiente, respectivamente. Es el año en que Goya Ediciones editó en Tenerife el tomo I escrito por Telesforo de la «*Geografía General de las islas Canarias*». El libro está prologado por el catedrático de la Universidad Central de Madrid, Francisco Hernández-Pacheco, hijo del



Fig. 6. Parque Nacional Caldera de Taburiente (La Palma).

profesor Eduardo Hernández-Pacheco quien a principio del siglo XX viajó por Lanzarote y Tenerife.

Cuando Hernández-Pacheco prologó el tomo I yo tenía 12 años de edad. Ahora, en 2020, con 78 años a cuesta, quiero recordar algo de lo que escribió:

«Quien no ha pisado nunca un terreno volcánico, el que no ha caminado a través de la aspereza y quebrada superficie de un manto de lava, relativamente reciente, de un verdadero ‘malpaís’, quien de repente tenga ante sí tal masa escoriácea pétrea, negra o de fuertes tonalidades amarillento-rojizas, sufrirá una de las más intensas emociones, pues todo lo que percibe le habla de terribles fenómenos, de las misteriosas y colosales fuerzas que han hecho surgir estos ardientes materiales del seno de la tierra. Por su aspecto, parecen han de conservar entre su resquebrajada masa, gases mefíticos y estar aún estas lavas a alta temperatura.

Un breve recorrido por la isleta inmediata al puerto de La Luz en Gran Canaria, es sumamente interesante a este respecto.

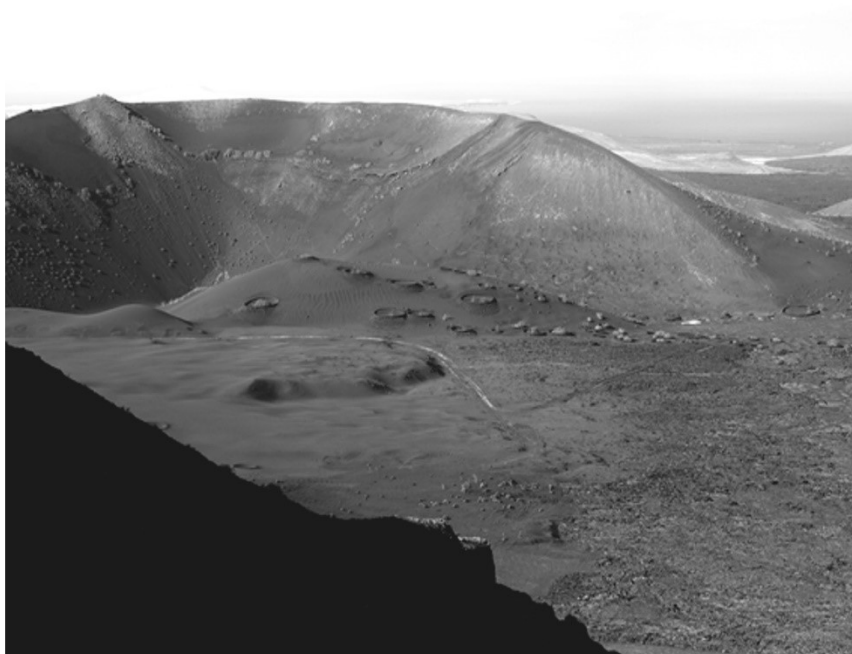


Fig. 7. Parque Nacional de Timanfaya (Lanzarote).

La presencia de aquel caos de rocas calcinadas, causa tal emoción que, sin darnos cuenta, se queda predispuesto el ánimo al estudio del porqué y cuándo tales materiales surgieron a la superficie. Y esto aún se hace más acuciante, si se recorre el paisaje tinerfeño, si ascendemos a Las Cañadas y en la soledad de aquel extraño ambiente, contemplamos las corridas de lava, los mantos de lapilli, o los conos escoriáceos de los pequeños volcanes.

No es extraño por ello, que con Telesforo Bravo, gran apasionado de estas especulaciones científicas, y mediante su libro, nos adentremos gratamente y con impaciencia, en el encantado mundo de la gea, flora y fauna de Canarias».

A partir de 1956 las galerías de agua se pusieron de moda en Tenerife y La Palma porque fue aprobada la Ley de Aguas en Canarias, con los heredamientos y comunidades de aguas como protagonistas. Telesforo fue contratado por los Estados Unidos para trabajar con las tierras y las aguas subterráneas de Irán. Telesforo fue nombrado miembro de honor del IEHC.



Fig. 8. Parque Nacional de Garajonay (La Gomera).

En el verano de 1959 participé con el juvenil Plus Ultra de La Orotava en el torneo de fútbol san Ginés, en Lanzarote. Entonces visitamos los Jameos del Agua y la Cueva de los Verdes. Así como el Charco de san Ginés, el Golfo y las Montañas de Fuego. El turismo aún no había llegado a Lanzarote, pero sí don Tele, quien había visitado la isla de los volcanes y conocido a Manrique. Comienza el proceso de integración entre la naturaleza y el arte.

Desde 1960 Telesforo llevó a cabo los primeros reconocimientos de campo de la hidrogeología de La Caldera de Taburiente. Le siguió un informe en 1962, por encargo del Heredamiento de la Hacienda de Argual y Tazacorte relacionado con el proyecto del ingeniero don Juan Amigó, de los aprovechamientos de recursos superficiales de La Caldera. Previamente, un año antes, elaboró la primera cartografía geológica de La Caldera donde puso las bases del moderno conocimiento geológico e hidrogeológico de esa estructura. Luego, a principios de los años 70 redactó otro informe hidrogeológico ante la progresiva merma de los nacientes de La Caldera que es recogido en el plan insular de La Palma.

En 1960 don Telesforo estudió la situación de los acuíferos del valle de La Orotava, denunciando ante los tres ayuntamientos su creciente contaminación por razones varias.

Dos años más tarde, 1962, Telesforo volvió a Lanzarote donde residía César Manrique. Se refuerza la unión entre naturaleza y el arte y contactó con otro artista conejero, Jesús Soto. Se llevó a Lanzarote a su hija Lourdes, a sus sobrinas Tita y Charo y a las amigas, María Elvira y Carmita.

Un año después, en 1963, defendió la tesis «Estudio geológico y petrográfico sobre la isla de La Gomera», obteniendo el doctorado en Geología.

En 1964, Goya Ediciones editó el tomo II de la «*Geografía General de las islas Canarias*» escrito por Telesforo Bravo y dedicado a la provincia oriental: isla de Gran Canaria, con el amparo del Museo Canario en compañía de José Naranjo Suárez; Fuerteventura con el cabildo y su presidente, Guillermo Sánchez Velázquez; y Lanzarote con el cabildo insular y su equipo presidencial, José Ramírez, uno de los promotores del parque nacional de Timanfaya, César Manrique, Francisco Matallana, Mariano López y el pescador de La Graciosa, Jorge Toledo.

En el mismo año de 1964, el cabildo insular de Lanzarote publicó el libro «*El volcán y el malpaís de La Corona. La Cueva de los Verdes y los Jameos*». Cuando trató el volcán de La Corona Telesforo citó ya a Humboldt y al libro de Alejandro Cioranescu: «*Alejandro de Humboldt en Tenerife*».

A mi vuelta de Madrid en 1965 me incorporé a la Peña Baeza y a trabajar un año más tarde en el Patrimonio Forestal del Estado en Tenerife y La Gomera, en asuntos de montes y aguas. Contraí matrimonio y mi luna de miel de 1967 la celebré en la isla de Lanzarote donde conocí la obra de César Manrique en el mural del Parador de Turismo de Arrecife.

Algunos miembros de la Peña Baeza, en la primavera de 1969, viajamos a La Gomera y a El Hierro con Telesforo Bravo en una expedición muy especial. En la isla colombina saludamos a su hermano Buenaventura, que había sido alcalde de San Sebastián, y conocimos el informe elaborado por el botánico sueco Eric Sventenius al cabildo gomero sobre los montes de la isla, en el que hablaba del futuro parque nacional de Garajonay y de la lluvia horizontal en el camino de las carboneras, que tanto le impresionó. Hasta el punto que recomendó a las autoridades canarias que la primera lección que había que enseñar a los chicos era la física de la precipitación horizontal que tanto le había impactado en los montes gomeros. Por entonces yo trabajaba puntualmente en La Gomera como ingeniero contratado por el Patrimonio Forestal del Estado en 1966. Recuerdo que en esa época se hicieron famosos los jóvenes norteamericanos que venían a Valle Gran Rey huyendo de la guerra del Vietnam.

De La Gomera seguimos a la isla de El Hierro, donde el amigo Zósimo, don José Padrón Machín y doña Valentina la de Sabinosa fueron los protagonistas. También los compañeros de la Peña Baeza: Telesforo, Imeldo Bello, Luis Espinosa, Celestino Padrón y Manuel Rosales. Conocimos la isla entera de la mano de Telesforo y de Zósimo, incluido el faro de Orchilla

donde recibimos el diploma de visitantes singulares de La Raya geográfica del meridiano cero mundial.

El amigo Zósimo, natural de la isla de La Palma, nos contó la excursión que en 1962 había realizado a la isla herreña su amigo y paisano de Breña Alta, don Leoncio Afonso, profesor de geografía de la universidad de La Laguna. Fue su guía y le acompañó por toda la isla. Don Leoncio, como buen divulgador, escribió sus crónicas herreñas en el periódico «La Tarde» en el verano de 1962.

Cuando nos mostraron el documental «Los recuerdos del agua» en La Palma, estrenado en 2017, en la historia aparecen: el geólogo prusiano y amigo de Humboldt, Leopoldo von Buch, quien en 1815 acuñó el término geológico de La Caldera; el Heredamiento de Argual y Tazacorte que desde el siglo XVI gestiona el agua de La Caldera a favor de la agricultura de la isla de La Palma; su gerente, Rosendo Luís, y don Telesforo Bravo. Rosendo me facilitó trabajar en el verano de 1965 en un proyecto bioturístico sobre La Caldera de Taburiente y el Heredamiento palmero recibió recientemente el premio europeo de *Hispania Nostra* por su labor histórica - cultural - patrimonial.

Telesforo fue nombrado en el año de 1970 miembro del patronato del parque nacional del Teide, por el ministerio de Educación.

Cuando en 1971 se produjo la erupción volcánica del Teneguía en La Palma, el profesor Bravo fue uno de los primeros vulcanólogos en visitarla. Me sirvió para evocar la erupción palmera de San Juan, de junio del año de 1949, que cuando chico podíamos contemplar desde la plaza de la Constitución de la Villa de La Orotava por el fuego nocturno.

EL ICONA

La creación del Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ICONA) tuvo lugar a finales de 1971 y comencé a trabajar en el nuevo organismo en 1972, tras haber superado una oposición. El ingeniero de montes Francisco Ortuño, fue nombrado jefe del servicio de parques nacionales y Telesforo fue un destacado colaborador externo de este instituto nacional.

Con el ICONA fui destinado en 1972 a la isla de El Hierro compartiendo el trabajo con La Gomera y con el norte de Tenerife. De mi etapa en El Hierro durante diez años, recuerdo el plan de protección en la Dehesa Comunal y el plan de conservación de suelos de la isla, con Zósimo Hernández y Federico Padrón como actores principales. Fueron notables las galerías de aguas que proyectó Telesforo para un empresario palmero, Manuel C. Kábana, en el sur de la isla del Meridiano (El Hierro), desde Los Lajiales hasta El Julan. Los fines eran agrícolas.

En ese mismo año de 1972, Francisco Ortuño, viajó a Yellowstone por el centenario del parque nacional norteamericano. Un año más tarde, en 1973, Telesforo viajó a Chile contratado para resolver problemas hidrogeológicos. El rector de la universidad de La Laguna era Enrique Fernández Caldas.

En 1974, Ortuño me nombró director del parque nacional del Teide y Telesforo Bravo figura en el Patronato al igual que su amigo Luis Diego Cuscoy, arqueólogo, y el biólogo Carlos Silva. Fue muy llamativo el conflicto de la explotación de las minas de piedra pómez con la delegación provincial de industria, por la licencia a Hersian Minas del Teide.

Los volcanes de Timanfaya y las Montañas de Fuego se declararon en 1974 parque nacional en la isla de Lanzarote. Lo apoyaron José Ramírez y César Manrique, desde el cabildo, y Juan Nogales y Manuel Díaz Cruz desde el ICONA. Fue el año en que César Manrique y el artista gran canario Pepe Dámaso cofundaron el espacio cultural «El Almacén», en Arrecife de Lanzarote. Telesforo Bravo aportó su grano de arena.

En los años de 1975 y 1978 don Tele viajó a Venezuela y visitó la isla de Margarita, en el estado de Nueva Esparta, por razones profesionales ligadas con pozos de agua. Visitó los parques nacionales de «Cerro Copey» y «La Laguna de la Restinga», hermanada con La Restinga herreña siendo presidente del cabildo canario, Tomás Padrón.

En 1976, don Telesforo Bravo llevó a cabo la expedición científica «Agamenón 76» a las portuguesas islas Salvajes, situadas unas 100 millas al norte de Tenerife, en línea con Madeira y Porto Santo. Me invitó a ir, pero no pude viajar.

En 1978, año de la Constitución Española, se inauguró el centro de visitantes del Teide en El Portillo, y tres años más tarde, en 1981, se aprobaron por las Cortes Generales: la reclasificación de los parques nacionales del Teide, Taburiente y Timanfaya, y la creación del parque nacional de Garajonay, por lo que se incluyó la laurisilva en la red de parques nacionales de Canarias, en línea con los pisos de vegetación de Alejandro de Humboldt.

En esa época, el profesor Bravo compartió con técnicos y biólogos de los servicios de parques nacionales de Estados Unidos y de España, excursiones por volcanes de las islas.

En 1982, el ingeniero gomero Carlos Bencomo fue designado presidente del Patronato, Isidoro Sánchez director del parque nacional de Garajonay, y Telesforo Bravo, miembro del patronato del parque nacional de Garajonay por la universidad de La Laguna.

Ese mismo año de 1982 el Garoé herreño que nos había enseñado Telesforo, Zósimo y Tadeo, fue reconocido en la prensa forestal española por el artículo «Bosque y Agua en la isla de El Hierro», que escribí en el periódico «El Día» de Tenerife.

Más tarde, entre los años 1983 y 1985, Telesforo Bravo fue nombrado presidente del Patronato del parque nacional de Garajonay, transición entre Carlos Bencomo y Ramón Jerez.

A partir de 1983 Telesforo Bravo y Juan Coello participaron en la elaboración de los planes rectores de uso y gestión (PRUG) de los parques nacionales canarios mediante la investigación de los aspectos geológicos de los mismos.

En 1985 tuvimos la oportunidad de coparticipar como consejero del cabildo de Tenerife en la edición de «*Misceláneas de Temas Canarios*» del profesor de geografía Leoncio Afonso, así como en la de «*Tenerife a pie*», de Vicente Jordán, secretario de la Peña Baeza del Puerto de la Cruz y de la que era miembro don Telesforo Bravo. En el capítulo XXXV Jordán trató del viejo cedro de Montaña Rajada y dio cuenta de la excursión que realizaron en la primavera de 1972 a la citada montaña para disfrutar de esa joya de la naturaleza. Jordán le escribió unos versos que arrancan así:

*Son milenios de tu vida
entre escorias y obsidiana;
son miles los plenilunios,
en tu montaña rajada [...]*

El parque nacional de Garajonay fue declarado Patrimonio Mundial por la UNESCO en noviembre de 1986, a los cinco años de su creación en abril de 1981. Se incluyó en la lista de bienes naturales y sirvió de base para que años más tarde, en el siglo XXI, el silbo gomero también fuese reconocido como patrimonio mundial inmaterial.

En 1987 Telesforo Bravo y Juan Coello describieron en la isla de La Palma la estructura geológica que condiciona la existencia de un acuífero denominado «Coebra» cuya recarga se realiza con los aportes de la zona de cumbres. El acuífero no solo alimenta los nacientes de la Caldera de Taburiente sino también los de «Marcos y Cordero», los más caudalosos de la isla de La Palma y situados en el exterior de La Caldera. Los acuíferos «Coebra» estaban ligados a la geomorfología del parque nacional de La Caldera de Taburiente.

A partir de 1987 y hasta 2003, este relator dejó la administración forestal y se dedicó a la vida política canaria, española y europea, pero se entera que en 1996 se publicó el libro sobre los deslizamientos gravitacionales donde aparecen Las Cañadas y el valle de La Guancha-Icod, el valle de La Orotava y el valle de Güímar. Tampoco faltó el valle del Golfo en El Hierro.

En enero de 2002 falleció Telesforo Bravo a los 89 años de edad, como Alejandro de Humboldt. Ambos fueron naturalistas y geólogos. Curiosamente Humboldt subió al Pico del Teide, en junio de 1799, por el

camino que lleva hoy el nombre de «Telesforo Bravo», el más alto de España, saliendo de La Rambleta a lo largo del pilón de azúcar. Humboldt y Bonpland conocieron, como Telesforo, la Cueva del Hielo.

Cantata a la Naturaleza

Al poco tiempo de marcharse don Telesforo a los cielos de Canarias, la asociación cultural «Reyes Bartlet» del Puerto de la Cruz tuvo la ocurrencia de organizar en mayo de 2004 una «Cantata a la Naturaleza» en homenaje al naturalista prusiano Alejandro de Humboldt y al canario Telesforo Bravo, en el 50 aniversario del Teide como parque nacional. Me lo encargaron para que lo hiciera visible con las palabras y la música, por lo que acudí a la prosa poética de la cubana Dulce María Loynaz, Premio Cervantes en 1992 y admiradora de ambos, y a la composición musical del orotavense, Gustavo Trujillo.

Del profesor Telesforo Bravo Expósito oí hablar siempre en la casa familiar de La Orotava. Mi padre lo citaba como un experto en el mundo del agua subterránea, en los pozos y en las galerías. Circunstancias de la vida me permitieron conocerle cuando bajábamos a la playa de Martiánez caminando desde la villa de La Orotava.

Don tele era un auténtico Tarzán. Su fuerza física y sus conocimientos sobre las ciencias de la naturaleza nos asombraron. Ya en etapa profesional sus clases prácticas en la isla de La Gomera, El Hierro y Tenerife, particularmente en el parque nacional del Teide, de cuyo Patronato fuimos miembros, al igual que del Garajonay en La Gomera. Su magisterio y su prudencia fueron elocuentes en ambos parques. Me honró con su amistad y me enseñó a fotografiar cuando las excursiones con la Peña Baeza, de la que formamos parte. Su sentido del humor nos alegró en muchas ocasiones.

Doscientos años después que Humboldt hubiese visitado Tenerife y ascendido al volcán Teide desde el Puerto de Orotava, el profesor canario Telesforo Bravo, siendo ya catedrático emérito de la universidad de La Laguna, dictó en 1999 sus últimas lecciones magistrales en el recinto del parque nacional del Teide. Una, en el centro de interpretación del Portillo; la otra, subido a una roca, al pie de «Las Narices del Teide», en el complejo de Pico Viejo, describiendo la erupción de 1798 que fue uno de los atractivos que motivaron también a Humboldt a visitar Canarias. Ambas lecciones fueron dirigidas a los miembros de la Asociación Humboldt de España y de la Fundación canario alemana Alexander von Humboldt.

El análisis de las vivencias de estos dos personajes, naturalistas empedernidos como Humboldt y Bravo, nos hizo pensar en musicalizar esta narración para conseguir una Cantata a la Naturaleza, pergeñada como una auténtica sinfonía al agua, a la tierra, a las plantas y a los animales, a los minerales y a todos los seres vivos en general. Compuesta para homenajear

a estos dos hombres, enamorados de las ciencias de la naturaleza a través de ese monumento natural que es el Teide y al que no le ha faltado a lo largo de su historia una buena dosis de amor y literatura, sobre todo al valorar su papel como referente de la naturaleza canaria.

Por todo ello entendimos que el mejor homenaje que la juventud del Puerto de la Cruz, y de Tenerife en general, podrían ofrecer al Teide, era cantando esta Cantata a la Naturaleza en recuerdo del barón alemán y del profesor Bravo. Ambos cerraron sus ciclos vitales a los 89 años de existencia caminando junto a la naturaleza en permanente simbiosis. Los dos, excelentes maestros y pedagogos, contribuyeron de manera significativa, con el legado de su obra y magisterio, a divulgar y contar las excelencias naturales del volcán Teide y sus Cañadas entre la comunidad científica internacional y en la sociedad globalizada que nos ha tocado vivir.

2004 fue un año muy especial. De un lado, en mayo, se inauguró «La Cantata a la Naturaleza» dedicada a «Humboldt, Loynaz y Bravo», recordando al Teide por sus 50 años como parque nacional (Fig. 9). Los actos se celebraron en el auditorio de Santa Cruz de Tenerife y en el parque de San Francisco del Puerto de la Cruz, participando la orquesta sinfónica de Tenerife. De otro lado, en julio falleció en accidente de tráfico, Juan Coello Armentera, yerno y colaborador científico de Telesforo.

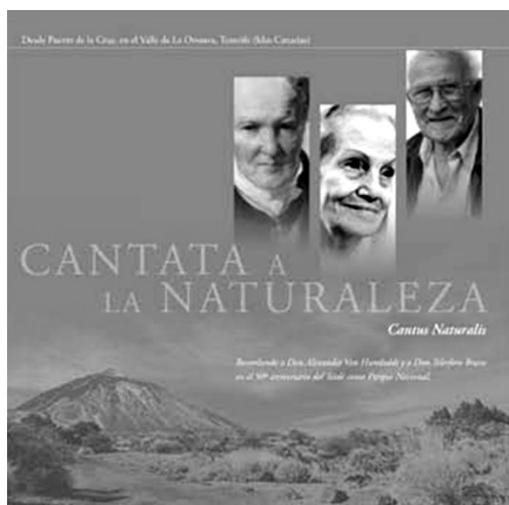


Fig. 9. Cantata a la Naturaleza.

Más tarde, en 2007, la UNESCO incluyó al parque nacional del Teide en la lista de bienes naturales del Patrimonio Mundial.

En 2011 entró en erupción volcánica, frente a La Restinga de la isla de El Hierro, el lecho del mar de las Calmas. Me acordé de Telesforo y de las

«restingolitas», de la Peña Baeza y del periodista don José Padrón Machín, cuando la excursión de 1969.

En 2013 el grupo CPC – Juan Carlos Sánchez (cubano), Manuel Méndez (peruano) e Isidoro Sánchez (canario) – le dedicaron a Viera y Clavijo y a Telesforo Bravo la edición del libro *«Canarias desde el mar hasta el cielo»*, que trata de los cuatro parques nacionales de Canarias.

Un año después, en 2014, tuvo lugar en el parador de turismo del parque nacional del Teide, la inauguración de la escultura de la silueta de Telesforo Bravo con planchas de acero, obra del artista canario Luis Alonso.

En 2015 se constituyó la fundación «Telesforo Bravo-Juan Coello», por parte de los herederos. Ese mismo año se editó por parte del cabildo de El Hierro el libro *«El Hierro submarino»*. Escrito por Isidoro Sánchez, fue ilustrado por tres fotógrafos submarinistas tinerfeños: Eduardo Acevedo, Sacha Lobenstein y Francis Pérez, y se publicó tras la erupción volcánica en el mar herreño, frente a La Restinga, de finales del verano de 2011. Nos encontramos en esos momentos con una oportunidad para declarar, un nuevo parque nacional en el diverso y singular archipiélago volcánico y oceánico de Canarias, en la región biogeográfica de la Macaronesia. En su caso, sería un sistema natural único, marino, propio, reconocible y con una amplia biodiversidad y riqueza volcánica singular. De ser aprobado estarían representados, desde el mar hasta el cielo, los diferentes ecosistemas marítimos y terrestres que caracterizan la riqueza natural de las islas. El futuro parque nacional marino de El Hierro, Tagoro, está en el aire, pero haría falta el empuje de don Telesforo.

En 2016 la fundación CajaCanarias proyectó en Canarias el documental: *«Telesforo Bravo. El hombre que escuchaba a las piedras»*, dirigido por David Baute.

En 2018 se llevó a cabo la entrega del premio *Hispania Nostra* al Heredamiento de Argual y Tzacorte por la gestión privada del agua desde el siglo XVI. Participó en La Palma, Jaime Coello Bravo en nombre de la fundación «Telesforo Bravo-Juan Coello».

En 2020 apareció a nivel mundial la pandemia del coronavirus y cuando la escritora y poetisa portuense Elsie Ribal se enteró de este homenaje que hemos estado redactando, me recordó que ella le tenía mucho cariño y respeto a un hombre como Telesforo Bravo. Al igual que a su nieto Jaime Coello Bravo.

Anécdotas

Corría el año de 1969 en El Hierro cuando descubrí con la Peña Baeza el singular sentido del humor de Telesforo Bravo. Fue con motivo de seis acciones concretas en el viaje que hicimos a la isla del meridiano:

- a) Con Manuel Rosales en una montaña volcánica de Frontera, en la pista agrícola de la Candelaria, con una bomba volcánica. Telesforo cansado de que constantemente le estuviera preguntando por todo, cuando le interpeló sobre aquel piroclasto, le respondió de forma socarrona que era «la pinga de un bimbache».
- b) Con Imeldo Bello y sus ronquidos. Desesperado por no poder dormir lo expulsó de la casa forestal vieja y lo envió al monte a conciliar el sueño en el saco de dormir.
- c) Cuando interviene de mediador en el enfado de Padrón Machín con Isidoro en Casa Bartolo (El Pinar). Machín, bastante animado, se puso a cantar ópera durante la comida y a mí me dio un ataque de risa. Se enfadó y pretendió expulsarme de la mesa. La intervención de Telesforo fue fundamental para devolver la cordialidad al grupo.
- d) Con doña Valentina en Sabinosa, un ejercicio de percusión con el tambor. De esa jornada existe una foto histórica de Imeldo Bello.
- e) Con Zósimo en el jeep tuvimos un accidente en la montaña volcánica de «Las Chamuscadas» saliendo de la pista. Accidente al que Telesforo le restó total importancia.
- f) Conversaciones con Tadeo Casañas en San Andrés, acerca de la importancia de las abejas que Telesforo defendió, pero haciendo gala de su particular sentido del humor.

De los años de 1970 conservo una anécdota relacionada con las diapositivas de Telesforo. Yo le pedía a Telesforo su cámara y sus diapositivas que yo proyectaba en reuniones del ICONA en La Orotava o en Los Realejos, hasta que un día se cansó de tanto préstamo y me dijo que hablara con mi jefe para que me comprara una cámara. Efectivamente, el ICONA me adquirió una cámara fotográfica.

También de esos años recuerdo un martillo decomisado a un turista alemán que sin autorización descubrimos haciendo uso de él en las rocas en «Roque Cinchado» en el parque nacional del Teide. Aquel martillo se lo regalé más tarde a Telesforo. No sé si se convirtió en su inseparable martillo de trabajo.

En la etapa entre los años de 1982 a 1987, fueron llamativas las incidencias con Carlos Silva, en La Gomera, durante las reuniones del Patronato del parque nacional de Garajonay. Discrepancias que se mantenían durante los almuerzos en Laguna Grande y en Casa Efigenia. Carlos Silva se mostraba bastante crítico con todas las decisiones que se pretendían tomar y el modo en que quedaban reflejadas en las actas, que yo redactaba puesto que además director, ejercía de secretario. Telesforo me propuso que lo nombrara secretario del Patronato, y dio con la solución. A partir de entonces se acabaron las discusiones.

Algunas publicaciones

Don Tele escribió un opúsculo sobre *Lacerta maxima* en 1953.

Los dos tomos sobre la «*Geografía General de las islas Canarias*». tanto el de 1954 como el de 1964. fueron editados por Goya Ediciones de Santa Cruz de Tenerife y patrocinados por la facultad de Ciencias de la universidad de Madrid. El prólogo corrió a cargo de Francisco Hernández-Pacheco, catedrático de la universidad Central, quien escribió:

«La obra de Telesforo Bravo es minuciosa y seriamente hecha, sintetiza y aclara todo lo que de Canarias se sabe en el campo de las ciencias naturales. En gran parte, este gran libro es investigación propia del autor, labor muy interesante, pues nos ofrece determinados puntos de vista fundamentados, apoyados en hechos y observaciones rigurosamente científicos.

Señala con claridad que el agua de Canarias ha de ser una preocupación constante de todos. El agua se encuentra en el subsuelo, pero para poder alcanzarla es necesario conocer bien éste y cubrirlo de la capa vegetal donde la nube se condense.

El empirismo o el empleo de determinadas artes más o menos fantásticas, en el estudio de las aguas, de la hidrogeología, nos lleva con frecuencia al fracaso total. Por ello los capítulos en que Telesforo Bravo trata de estas cuestiones: constitución geológica, las aguas de Canarias y el clima de las islas, son de gran interés, pues dicen mucho de dónde y cómo han de encontrarse los niveles o acumulaciones subterráneas de agua.»

Los dos tomos fueron un regalo de boda de unos tíos de mi mujer. De Titi Paco y de Antonia. El tomo I trata de la geografía general del archipiélago y tiene fotografías de Imeldo Bello Baeza y óleos de Manuel Martín González.

Al tratar del contenido de los tomos, Telesforo señaló en una nota preliminar:

«Aparte del estudio puramente geográfico, se exponen los datos más importantes correspondientes a las ciencias naturales, geología, zoología y botánica, tanto en el tomo general como en los particulares de cada provincia».

En 1962, se publicó «El circo de Las Cañadas y sus Dependencias» y en 1964, «El estudio geológico y petrográfico de La Gomera», y también «El volcán y el malpaís de La Corona. La Cueva de los Verdes y los Jameos»; en 1968 y 1969, «Las aguas subterráneas en Canarias». En 1979 escribió:

«Contribución a la Hidrología de la Caldera de Taburiente», con Juan Coello; en 1989, «El mapa vulcanológico de Las Cañadas y de Pico Viejo», con su hijo Jesús; en 1990, «Esquema geológico del parque nacional de Garajonay», también con su hijo Jesús, y en 1996, «Los deslizamientos gravitacionales insulares».

Algunas responsabilidades

Don Telesforo fue catedrático de Petrología y Geoquímica de la universidad de La Laguna (ULL). También vicedecano y decano de la facultad de Ciencias.

Director del Instituto de Estudios Canarios.

Presidente de la Sección de Vulcanología y Química de la Comisión nacional de Geodesia y Geofísica.

Vicepresidente de la Sección Científica del IEHC.

Miembro del Consejo Insular de Aguas de Tenerife.

Miembro de la Real Sociedad Española de Historia Natural y de la Sociedad Geológica de España.

Miembro de los patronatos de los parques nacionales del Teide y de Garajonay, incluso presidente de este último entre 1983 y 1985. Compartí algunos años con el maestro y profesor, como director del parque y secretario de los patronatos. Viajábamos juntos desde y hasta el Puerto de la Cruz.

Miembro de la asociación de profesores «Viera y Clavijo».

Especies ligadas a la familia Bravo

Gallotia goliath, lagarto gigante de Tenerife.

Gallotia bravoana, lagarto gigante de La Gomera (descubierto por el biólogo Manuel Nogales en Valle Gran Rey).

Gallotia galloti insulanagae, con su hermano Buenaventura.

Euphorbia bravoana está dedicada a su hermano Buenaventura por el botánico sueco Sventenius.

Distinciones y reconocimientos

Todos están relacionados con el Puerto de la Cruz, con Tenerife y con Canarias, incluida la de cofrade de honor del vino. Muy numerosos, todos tuvieron que ver con el agua, la geología y el turismo, destacando el Premio Canarias de Investigación en 1989.

Misceláneas naturales y geográficas relacionadas con Telesforo Bravo

El sendero más alto de España, el que nos lleva al pico del Teide, tiene el nombre «Telesforo Bravo».

Acuíferos «Coebra», de Coello y Bravo, ligados a la geomorfología del parque nacional de la Caldera de Taburiente, en La Palma.

El Instituto de Enseñanza Secundaria (IES) del Puerto de la Cruz pasó a denominarse desde 2009 «IES Puerto Cruz-Telesforo Bravo».

El ayuntamiento de La Orotava:

- Organiza todos los años, a través de la concejalía de medio ambiente, cursos de formación ambiental «Telesforo Bravo».
- Apoyó la escultura de Telesforo Bravo junto al centro de visitantes «Cañada Blanca» en el parque nacional del Teide, obra del artista Luis Alonso.
- Dio nombre al centro de visitantes del parque nacional del Teide en el Mayorazgo, en la zona donde estuvo Humboldt en 1799 visitando los jardines de Franchy y en particular el drago.

Fundación canaria «Telesforo Bravo – Juan Coello»

En 2015, los herederos de Telesforo Bravo y Juan Coello, es decir sus hijos y nietos, constituyeron la Fundación canaria que lleva sus nombres.

Juan Coello fue catedrático de Petrología y Geoquímica de la universidad de La Laguna (ULL) como Telesforo, era su yerno y colaborador científico. Coincidimos en Madrid en los años de 1960 y cuando su matrimonio en el Puerto de la Cruz con Lourdes Bravo, la hija de Telesforo, fui testigo ante el agustino padre Antidio de la parroquia portuense, de que Juan Coello era soltero.

Bibliografía

Además de la «Cantata a la Naturaleza», celebrada en 2004, nos encontramos antes de finalizar el siglo XX, con un libro de poemas del poeta José Javier Hernández, amigo de Eduardo Galeano, y una caricatura de Vicente Jordán sobre la Peña Baeza, en los que sobresale Telesforo Bravo. También en 2007, con una «*Biografía de un científico canario, Telesforo Bravo*», escrita por su nieto, Jaime Coello Bravo, y editada por la oficina de Ciencia, Tecnología e Innovación del Gobierno de Canarias.

Conclusiones

Termino apuntando que, para mí, don Telesforo Bravo dignificó el Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias (IEHC), y fue todo un referente de la transferencia del conocimiento de la naturaleza, a sus alumnos y a la ciudadanía en general.

Siento mucho que don Tele no haya podido dar a conocer las aplicaciones de la historia de la ciencia en su soñado instituto vulcanológico de Canarias. Menos mal que a su Teide lo declaró la UNESCO como Patrimonio Mundial en 2007. Es el parque nacional más visitado de España, con más de 4 millones de visitantes.

Concluyo 107 años después del nacimiento de Telesforo, evocándolo una vez más como vértice de ese gran triángulo humano que se ha conformado a lo largo de la historia en el valle de Taoro, como geólogo y naturalista, junto a dos personajes de la talla de don José Viera y Clavijo, historiador y naturalista, y don Agustín de Betancourt y Molina, ingeniero e inventor.

Al despedirme me quedo de nuevo con Telesforo como maestro de la convivencia y con la frase de Juan Coello que le dedicó a su suegro y colaborador científico, cuando el homenaje que le celebraron en octubre de 2002 en el Instituto de Estudios Canarios, en La Laguna. Dijo Juan:

«Me gustaría terminar mi intervención confirmando lo del “último naturalista de Canarias”, dado por los organizadores del acto. En mi modesta opinión, Telesforo ha sido el canario que, por su formación académica, esfuerzo, trabajo y ganas, ha conocido mejor la naturaleza de las islas canarias en todos sus rincones».

Por ello le agradezco, una vez más, a don Telesforo Bravo habernos acompañado en este paseo, entre pandemias, por los parques nacionales de Canarias y por las islas de Tenerife, La Gomera, La Palma, Lanzarote y El Hierro.

AGRADECIMIENTOS: Las fotografías que ilustran este artículo son del autor, salvo las figuras 2, 3, 4 y 5 que fueron realizadas por Manuel Méndez.

2. Tiempos de profundas transformaciones en los paisajes submarinos del litoral canario

Julio Afonso-Carrillo

Botánico marino.

Catedrático de Botánica jubilado de la ULL.

Vicepresidente de Asuntos Científicos del IEHC.

La crisis originada por la COVID-19 está vinculada con el considerable desequilibrio que padecen los ecosistemas, provocado por nuestras actividades que causan enormes alteraciones en la red vital de la que formamos parte y ocasionan pérdidas irreparables de biodiversidad. El océano es la pieza fundamental que permite que nuestro planeta resulte habitable mediante sus servicios ecosistémicos. Los océanos han absorbido la mayor parte del exceso de calor del calentamiento global al tiempo que han incorporado una parte considerable del exceso de CO₂ de emisiones de origen antropogénico. Así han protegido al planeta frente al calor extremo, pero a expensas de un elevado precio para los ecosistemas marinos. Ahora, la pandemia de la COVID-19 es un duro recordatorio de que en la biosfera todos los destinos están entrelazados.

*Aquí analizaremos los cambios experimentados en las últimas décadas por tres tipos de poblamientos de macroalgas marinas canarias decisivas para entender los paisajes submarinos de los fondos rocosos someros de las islas: los bosques de «mujo amarillo» (*Gongolaria abies-marina*), los bosques de «mujo negro» (*Gelidium canariense*) y las comunidades de algas coralinas costrosas, los «caliches». Son transformaciones de gran calado que*

tienen lugar cuando la catalogación de la riqueza florística de los fondos marinos de estas islas todavía no se ha concluido, ni se ha profundizado en el funcionamiento y las interacciones entre organismos y comunidades. Finalmente, comentaremos algunos grupos de algas canarias en los que recientemente se han descubierto nuevas especies, evidencias de que aún queda mucho por conocer. Asistimos a unos tiempos en los que se da la paradoja de que pretendemos la protección de algunas de las algas marinas frente a los efectos de nuestras propias actuaciones, cuando todavía nuestro conocimiento es parcial sobre la flora marina canaria y su papel en los ecosistemas bentónicos.

Introducción

Es indudable que el 2020, el año de la pandemia de la COVID-19, quedará grabado en la historia y en nuestra memoria. Un año tremendamente duro y extraño, en el que nos sacudió un colosal terremoto sanitario, económico y social. Un año de tragedias individuales, de retos sanitarios y científicos, de catástrofe económica, de desplome de rutinas sociales, de modelación de una denominada «nueva normalidad». Año de creciente incertidumbre en el que se ha podido seguir día a día los pormenores de una pandemia. Sin duda el SARS-CoV-2 lo recordaremos como el virus que cambió nuestras vidas. También como el virus que brindó una oportunidad para la reflexión, para buscar respuestas al por qué hemos llegado hasta esta tremenda crisis global, para identificar los comportamientos y los errores que no deberíamos volver a repetir.

La comunidad científica acepta que esta crisis está vinculada con la crisis que padecen los ecosistemas del planeta y que conlleva una pérdida irreparable de biodiversidad (Allen *et al.*, 2017; Shreedhar & Mourato, 2020). La destrucción de hábitats, la contaminación, la pérdida de especies, la explotación de otras especies (agricultura, ganadería, pesca) de manera insensata, y parte de nuestros comportamientos culturales y sociales, son los factores que están facilitando el salto de enfermedades de animales a personas y su propagación (Wilkinson *et al.*, 2018; O’Callaghan-Gordo & Antó, 2020; Vidal, 2020). Como especie dominante en este planeta, y como sociedad, tenemos mucho que rectificar. Hemos alterado de tal modo el medio natural que ahora un simple virus, un organismo de apenas un centenar de nanómetros, es capaz de poner todo nuestro mundo patas arriba. La biosfera es una red compleja en la que cada especie es importante y ocupa su lugar, y desafortunadamente nuestra especie está siendo la responsable de la creciente extinción de miles de ellas. Por lo tanto, no es de extrañar que el equilibrio de esta red vital se esté resquebrajando (Bang & Khadakkar, 2020).

Por otra parte, la COVID-19 ha servido para resaltar el valor, el sacrificio y la solidaridad de muchos profesionales (sanitarios, servidores públicos, y tantos y tantos ciudadanos anónimos) que trabajaron y continúan haciéndolo denodadamente para que colectivamente fuéramos superando las diferentes fases de la pandemia, y sus periodos de confinamiento y restricciones. También, decenas de miles de científicos en todo el mundo se han estado organizando para combatir la pandemia desde diferentes frentes, y fruto de ello, es que nunca antes la ciencia había avanzado tanto en tan poco tiempo. Pero tristemente, la COVID-19 también ha sacado a relucir lo peor que tenemos como colectivo social con el penoso espectáculo de la crispación política, la continua confrontación, la intolerancia, la incapacidad para trabajar juntos y lograr acuerdos. La pandemia parece que nos está arruinando y dividiendo, e incluso se detecta la pretensión de que la crispación sea parte de la nueva normalidad. Si como individuos de una misma especie somos incapaces de colocarnos en un mismo lado para intentar la derrota de un enemigo común que nos pretende devastar, es evidente que nuestro futuro como sociedad y como especie resulta inquietantemente incierto. La evolución nos ha enseñado que prevalecen aquellos que aprendieron a improvisar y colaborar de la forma más eficaz.

El confinamiento y el distanciamiento social han generado un tiempo propicio para recapacitar, para la lectura y la documentación, aprovechando el inmenso potencial de conexión que ofrece el mundo globalizado a través de internet. Como especie tenemos que frenar, retroceder y buscar nuestro sitio en la naturaleza. Entender y aplicar a los problemas humanos soluciones procedentes de la naturaleza. Es lo que propone la biomimética. La especie humana es una adquisición nueva a la que la naturaleza y el universo le llevan millones de años de ventaja en cualquier campo. Por eso la solución a los grandes retos, como los medioambientales de nuestro tiempo, se encuentra en imitar las soluciones dadas por la naturaleza (Piper, 2006).

Y si alzamos la mirada hacia el mar, debemos afirmar que todas las formas de vida dependen del él. El océano es la pieza fundamental que permite que nuestro planeta resulte habitable mediante sus servicios ecosistémicos (producción de oxígeno, regulación del clima, suministro de alimentos, energía, etc.). Aunque mantener los océanos con buena salud es primordial para asegurar nuestro futuro, la relación que mantenemos con él ya no resulta sostenible. El exceso de calor del calentamiento global ha sido mayoritariamente absorbido por los océanos, al tiempo que ha incorporado una parte considerable del exceso de CO₂ de emisiones relacionadas con actividades humanas (Bates *et al.*, 2014). De este modo han protegido al planeta frente al calor extremo, pero a expensas de un elevado precio para los ecosistemas marinos. Ahora, la pandemia de la COVID-19 es un duro recordatorio de que en la biosfera todos los destinos están entrelazados. Urge

encontrar las soluciones que permitan mejorar el bienestar humano mediante una sociedad más justa y mejorar la salud de los océanos.

Mientras, la abrumadora crisis que padecen los ecosistemas causada por nuestras actividades está suponiendo enormes perturbaciones en la red vital de la que formamos parte y una pérdida irreparable de biodiversidad. Y todo esto está ocurriendo a nuestro alrededor. Estamos siendo testigos de profundas transformaciones en los ecosistemas marinos. Ya han pasado más de cuatro décadas desde que mi interés como biólogo se decantó por los vegetales que viven en el mar. Fui seducido por el atractivo de la flora y vegetación marina de las islas Canarias, que a pesar de que había sido objeto de varios valiosos estudios (Montagne, 1841; Vickers, 1896; Sauvageau, 1912; Børgesen 1925-1930), todavía mantenía importantes lagunas de conocimiento que era necesario abordar. Las primeras de esas décadas estuvieron consagradas a documentar las macroalgas y las hierbas de las costas y fondos marinos canarios con el propósito de contar con una flora marina actualizada (Afonso-Carrillo & Sansón 1999). Estos estudios permitieron el hallazgo de muchas especies que no se habían reportado previamente y también el descubrimiento de numerosas especies nuevas para la ciencia. Una línea de investigación que no se ha abandonado y continúa aportando interesantes y valiosas novedades florísticas.

Sin embargo, cuando repaso mi trayectoria personal compruebo como paulatinamente en las dos últimas décadas fueron adquiriendo cada vez más peso las investigaciones dedicadas a analizar cómo las actividades humanas, primero la destrucción de hábitats costeros y la contaminación por aguas residuales urbanas, y luego el progresivo calentamiento de la temperatura del mar (calentamiento global), estaban afectando y modificando a la flora y vegetación marina canaria. Así, fueron tomando protagonismo las temáticas relacionadas con la reducción de las poblaciones de especies estructurantes, la proliferación de especies oportunistas, el incremento del número de especies exóticas, etc. Todas ellas ilustrativas de unos tiempos en los que están ocurriendo considerables cambios en los paisajes vegetales marinos de las islas Canarias. Cambios que tienen que ver con los productores primarios de nuestros litorales, primer peldaño sobre el que se asienta la mayor parte de la biodiversidad de nuestros fondos someros.

En esta contribución analizaremos las transformaciones que han experimentado en las últimas décadas tres tipos de poblamientos de macroalgas marinas canarias decisivas para entender los paisajes submarinos de los fondos rocosos someros de las islas: los bosques de «mujo amarillo» (*Gongolaria abies-marina*), los bosques de «mujo negro» o «gelidio negro» (*Gelidium canariense*), y los «caliches», las comunidades de algas coralinas costrosas. Estos brutales cambios están ocurriendo cuando todavía no se ha concluido la catalogación de la riqueza florística de los fondos marinos de estas islas y ni se ha profundizado en el funcionamiento y las interacciones

entre organismos y comunidades. Por ello, para finalizar, ilustraremos algunos grupos de algas canarias en los que recientemente se han descubierto nuevas especies para la ciencia, lo que resulta indicativo de todo lo que aún nos queda por conocer en el ámbito de la biodiversidad marina. Asistimos a unos tiempos en los que se da la paradoja de que pretendemos la protección de algunas de las algas marinas frente a los efectos de nuestras propias actuaciones, cuando nuestro conocimiento sobre la flora marina canaria y su papel en los ecosistemas bentónicos es todavía incompleto.

Bosques submarinos de «mujo amarillo»

Quizá el cambio más reciente con respecto al «mujo amarillo» tiene que ver con su nombre científico. *Cystoseira abies-marina*, el nombre científico propuesto por el ficólogo sueco Carl A. Agardh (1820) para denominar al *Fucus abies-marinus* descrito por el alemán Samuel G. Gmelin (1768), fue aceptado prácticamente durante dos siglos como el nombre correcto de esta especie. Sin embargo, Draisma *et al.* (2010) encontraron evidencias moleculares de que esta especie no debía ser incluida en *Cystoseira*, y Orellana *et al.* (2019) propusieron recuperar el género *Treptacantha* para acomodarla. Finalmente, Molinari & Guiry (2020) demostraron que el nombre más antiguo y con prioridad para el «mujo amarillo» es *Gongolaria abies-marina* (Fig. 1).

Se trata de una especie exclusiva de Atlántico oriental, cuya distribución geográfica basada en las citas históricas está restringida a las islas atlánticas de Azores, Madeira (incluyendo Salvajes), Canarias y Cabo Verde, más unas pocas localidades en el Mediterráneo occidental y en la costa africana próxima (Sáhara occidental y Senegal). Pero solamente en Azores, Madeira y Canarias se han descrito poblaciones con cierta entidad, mientras que el resto representan citas florísticas aisladas. Se debe aceptar, por lo tanto, que *Gongolaria abies-marina* tiene en Canarias su límite sur de distribución, puesto que las citas históricas para las islas de Cabo Verde (Askenasy, 1896), aunque se mantienen en los catálogos florísticos, no han vuelto a ser confirmadas con posterioridad (Otero-Schmitt, 1995). Con el objetivo de que el texto sea lo menos engorroso posible y como prácticamente todas las publicaciones sobre esta especie fueron realizadas bajo el nombre de *Cystoseira abies-marina*, en este artículo las referiremos siempre con su nombre actual, como *Gongolaria abies-marina*.

Los primeros recuerdos que conservo de los bosques de «mujo amarillo» están relacionados con mi infancia y los baños veraniegos por los años sesenta en la playa de Martiánez en Puerto de la Cruz. Allí, hacia finales de verano era habitual que el mar arrojara a la orilla una aparatosa cantidad de algas desprendidas, que las mareas y las olas depositaban sobre la arena en la línea de pleamar, donde poco a poco se iban descomponiendo. Recuerdo

auténticas murallas de «mujo amarillo» que podían superar los dos metros de ancho y otro tanto de alto. El «mujo amarillo» crecía cubriendo los fondos rocosos someros de toda la zona de Martiánez, donde en realidad solo había arena en el nivel de oscilación de las mareas. A partir de 1-2 m de profundidad el fondo era rocoso y densamente cubierto de un bosque de «mujo amarillo». Sauvageau (1912) fue el primero que describió detalladamente los bosques submarinos de «mujo amarillo» de esta zona, que visitó en el invierno de 1904-1905. A finales de los años sesenta, cuando los británicos George W. Lawson y Trevor A. Norton estudiaron la zonación de las algas en esta localidad dejaron constancia también la presencia de estos bosques submarinos (Lawson & Norton, 1971).



Fig. 1. Al «mujo amarillo» los científicos lo han denominado *Cystoseira abies-marina* siguiendo los criterios de C. Agardh (1820), pero recientemente se han aportado evidencias morfológicas y moleculares que confirman su pertenencia a un género diferente, el género *Gongolaria*.

Lo que crecía en abundancia en los fondos someros de la playa de Martiánez era lo habitual en la mayor parte de las costas rocosas tanto de Tenerife, como del resto de las islas. Cuando a finales de los años setenta comencé a decantar mi interés como biólogo por las macroalgas marinas tuve la oportunidad de realizar muestreos en espléndidos bosques submarinos a lo largo de la isla de Tenerife, como los de Caleta de Interián, El Pris, Mesa del Mar, La Barranquera, Bajamar, Punta Hidalgo, Malpaís de Güímar o Teno (Figs 2 y 3). También en el resto de las islas del archipiélago canario estos bosques submarinos eran abundantes y algunos estudios la consideraron como la macroalga canaria con mayor productividad (Johnston, 1969). Algunas estimaciones llegaron a calcular en alrededor de 5.000 Tm la cantidad de arribazones de «mujo amarillo» arrojados cada año por el mar en playas de Tenerife (Real Hardisson, 1987), e incluso se llevaron a cabo estudios experimentales para valorar su aprovechamiento como abono en el cultivo de la papa (Díaz Pérez *et al.*, 1988).

Entre 1985-1986 participé en un estudio a lo largo de un ciclo anual, con muestreos mensuales en las poblaciones de Punta del Hidalgo con el propósito de conocer las variaciones fenológicas que experimentaba la especie en las diferentes estaciones (González-Rodríguez & Afonso-Carrillo, 1990). Se comprobó así que esta especie tiene una porción perenne rampante y ramas erguidas que pueden alcanzar hasta 45 cm de largo y que cada año



Fig. 2. Los bosques de «mujo amarillo» cubrían la mayor parte de los fondos rocosos someros en todas las islas del Archipiélago Canario.

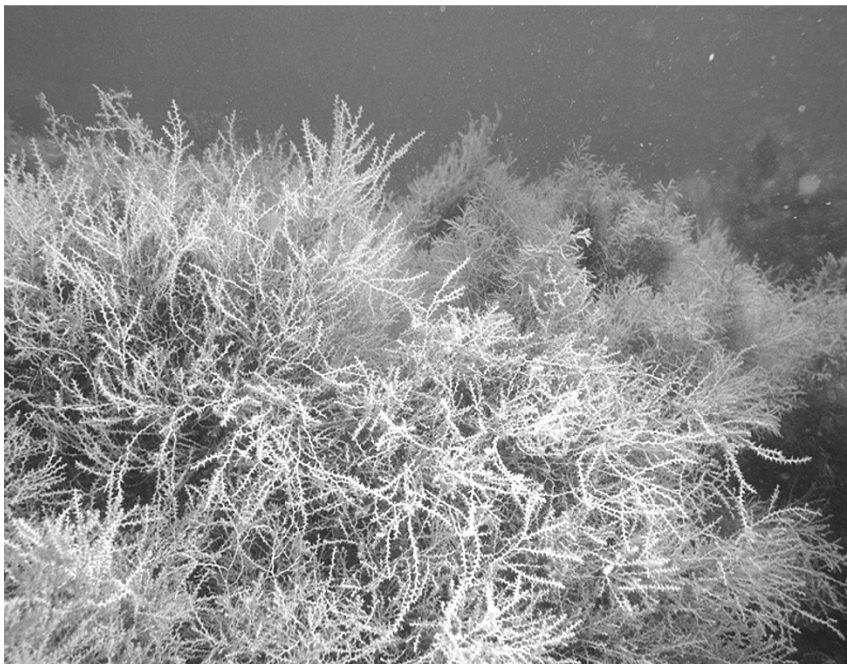


Fig. 3. En los bosques de «mujo amarillo» las ramas de esta alga parda se mantienen en un continuo movimiento propiciado por el oleaje.

son sustituidas. No pasa nunca por una fase de reposo total, porque en los meses desfavorables coexisten ramas de años consecutivos. El otoño y el invierno constituyen las estaciones más desfavorables con ramas cortas, poco ramificadas y con escasos apéndices espinosos. Sin embargo, durante la primavera las ramas se elongan, proliferan las ramas secundarias y los apéndices espinosos son muy numerosos y muy próximos. A finales de verano y principios de otoño las ramas tienen un color pardo amarillento más oscuro, y tiene lugar el desprendimiento de la mayor parte de las ramas que los temporales arrojan en grandes cantidades a la orilla (Fig. 4). El estudio de la zonación de las algas en Punta del Hidalgo, realizada años más tarde, confirmó la importancia de estos bosques submarinos que se extendían por los fondos rocosos someros hasta 6-8 m de profundidad (Elejabeitia & Afonso-Carrillo, 1994).

La reproducción tiene lugar en el interior de pequeñas cavidades (conceptáculos) que aparecen en marzo (de noviembre a febrero están ausentes), se desarrollan durante la primavera y maduran a lo largo del verano (González-Rodríguez & Afonso-Carrillo, 1990). Sin embargo, como en otras especies de este grupo, *Gongolaria abies-marina* exhibe una baja capacidad de dispersión puesto que los propágulos son muy pesados, sedimentan cerca

de la planta parental, y solo las ramas fértiles desprendidas y que flotan un corto tiempo a la deriva constituyen el principal mecanismo para la dispersión de poblaciones (Gil-Rodríguez *et al.*, 1990; Susini *et al.*, 2007). Esta escasa conectividad entre poblaciones las hace desde un punto de vista genético extremadamente vulnerables frente a cualquier tipo de amenaza (Buonomo *et al.*, 2017).

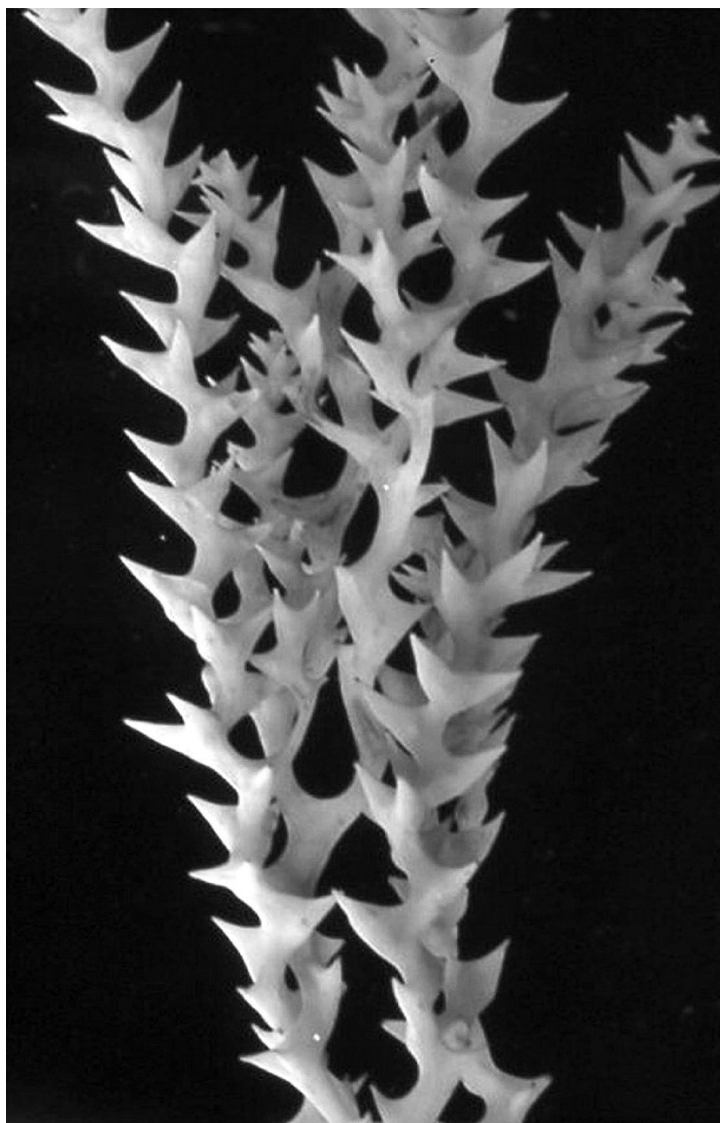


Fig. 4. A finales de verano, cuando las ramas del «mujo amarillo» han liberado las células reproductoras y adquieren un color pardo amarillento más oscuro, tiene lugar el desprendimiento de gran parte de las ramas.

También por los años ochenta la Consejería de Agricultura y Pesca del Gobierno de Canarias encargó al profesor Wolfredo Wildpret la realización de un proyecto que tenía como objetivo cuantificar y cartografiar los campos de algas y hierbas marinas de las islas Canarias situados en el sublitoral somero, entre el límite de bajamar y la cota de 10 m de profundidad (Wildpret *et al.*, 1987). El proyecto se llevó a cabo entre 1982 y 1987 y en él participé como investigador. Recorrimos prácticamente todo el litoral de las islas a bordo de pequeñas embarcaciones que podían navegar y mantenerse cerca de la línea de costa, para determinar el tipo de comunidad establecida en esos primeros 10 m de profundidad. Mediante observaciones en apnea, con la ayuda de mirafondos y con el siempre experto asesoramiento de pescadores buenos conocedores de unas costas en las que faenaban regularmente, fue posible trasladar a los mapas las superficies ocupadas por los principales tipos de formaciones vegetales establecidas en los fondos.

Se constató que muchos fondos arenosos estaban colonizados por «la seba» (*Cymodocea nodosa*), una hierba perenne que forma praderas submarinas conocidas como «sebadales» (Afonso-Carrillo & Gil-Rodríguez, 1980) que era posible reconocer durante todos los meses del año. Aunque los sebadales eran prácticamente monoespecíficos, a veces se encontraron formaciones mixtas en las que junto a *Cymodocea* crecían algunas especies de algas verdes capaces de prosperar arraigadas en fondos de arena, principalmente la «caulerpa común» (*Caulerpa prolifera*). Los fondos mixtos en los que el sustrato estaba formado por grandes piedras con aportes de arena presentaban una composición florística muy variable, con importantes cambios estacionales propiciados por las limitaciones al asentamiento de especies perennes provocada por la inestabilidad de estos sustratos que pueden ser movilizados por los temporales. Dentro de la riqueza florística de estos fondos, algunos elementos como la «escoba de mar» (*Halopteris scoparia*) y el «abanico pavorreal» (*Padina pavonica*), parecían las especies más características. Por último, los fondos rocosos estaban ampliamente colonizados por el «mujo amarillo» (*Gongolaria abies-marina*), configurando extensos bosques submarinos, solo excepcionalmente sustituidos por bosques de «mujo negro» (*Gelidium canariense*) restringidos a algunos sectores de las costas norte de las islas centrales y occidentales, y que comentaremos más adelante, o por los denominados «blanquizales», fondos desprovistos de vegetación erecta y ocupados solo por «caliches» (algas coralinas costrosas) debido a los hábitos alimenticios de las densas poblaciones del «erizo de lima» (*Diadema africanum*), que también analizaremos posteriormente (Wildpret *et al.*, 1987).

Los resultados de este proyecto permitieron constatar el importante papel que jugaban los bosques submarinos de *Gongolaria abies-marina* en los ecosistemas litorales canarios, puesto que estos bosques aportaban alimento y hábitat a cientos de especies de flora y fauna acompañantes,

además de relevantes servicios ecosistémicos como sustrato y refugio para otras especies, lugares de cría para multitud de organismos, secuestro de CO₂, etc. Estos densos bosques, ligados exclusivamente al sublitoral somero, se podían observar parcialmente durante las bajamares vivas cuando las resacas de las olas dejaban a los individuos más próximos a la superficie momentáneamente expuestos al aire (Fig. 5). Se extendían al menos entre 0-10 m de profundidad (en algunos casos superaban esta cota de profundidad, quedando fuera de los objetivos del proyecto), cuando los fondos descendían suavemente en profundidad. Sin embargo, en las costas acantiladas en las que la roca descendía verticalmente en el mar, la población se disponía formando una orla de apenas 1 m de espesor (Wildpret *et al.*, 1987). Eran bosques muy homogéneos y visualmente monótonos en los que el «mujo amarillo» era totalmente dominante. Solo en ocasiones compartía espacio con algunas especies de «sargazos» (*Sargassum* spp.), que con un color similar podían pasar desapercibidos. Como el «mujo amarillo» es una especie fotófila requiere ambientes bien iluminados, además con cierta agitación por el oleaje. En las grandes rocas ocupa las superficies superiores más expuestas al movimiento y mejor iluminadas, mientras que las paredes laterales de la roca, más protegidas y peor iluminadas, permiten el crecimiento de otras algas pardas, principalmente dictiotales, como el «abanico marrón» (*Lobophora* spp.), el «abanico de Tournefort» (*Zonaria tournefortii*), o la «cinta gruesa de mar» (*Stypopodium zonale*).



Fig. 5. Los bosques del «mujo amarillo» están restringidos exclusivamente al sublitoral somero, pero durante las bajamares vivas se podían observar parcialmente cuando las resacas de las olas dejaban a algunos individuos momentáneamente expuestos al aire. Punta del Hidalgo, Tenerife.

La combinación de la forma y la textura correosa de las ramas del «mujo amarillo» con el movimiento del agua proporcionado por el oleaje, permite generar un movimiento similar al de un látigo ramificado que fustiga de manera continuada las superficies situadas a un lado y otro del punto por donde el alga está firmemente adherida. Este continuo movimiento de vaivén de las ramas al ritmo de las olas produce cierto mareo cuando se bucea sobre estos bosques. Sin embargo, supone una magnífica estrategia ecológica puesto que dificulta el reclutamiento y crecimiento de otras algas que podrían competir por el espacio en las superficies próximas a los talos de *Gongolaria abies-marina*.

Pero a finales de los años ochenta, en algunas localidades como Puerto de la Cruz, ya habían dejado de observarse los masivos arribazones que tenían lugar a finales de verano, lo que resultaba una clara evidencia de que se estaba reduciendo la superficie ocupada por las poblaciones de esta especie (Fig. 6). El retroceso de las poblaciones de *Gongolaria abies-marina* fue atribuido a la alteración de parámetros físicos del agua costera (como modificación de la dinámica costera por obras realizadas en el litoral) o a parámetros químicos (como la contaminación por efluentes urbanos), en ambos casos relacionados con el importante incremento de la presión antrópica sobre el litoral ligado al desmesurado desarrollo turístico de esos años (Afonso-Carrillo, 2006).

Durante la ejecución de otro proyecto financiado por la Consejería de Educación, Cultura y Deportes realizado entre 1989-1991, bajo la dirección de Ricardo Haroun y M. Candelaria Gil-Rodríguez y que tenía como objetivo estimar la productividad y la biomasa de *Gongolaria abies-marina* en Canarias, se pudieron documentar las transformaciones significativas que estaban afectando a estos bosques submarinos (Medina & Haroun, 1993). En concreto, la población de *G. abies-marina* del Malpaís de Güímar situada a unos 5 m de profundidad había sido seleccionada para un estudio de larga duración con muestreos mensuales durante los tres años del proyecto (Medina & Haroun, 1994). Pero a comienzos del otoño de 1990 sorpresivamente los fondos aparecieron casi totalmente desprovistos de vegetación, y en la primavera siguiente las rocas fueron colonizadas por numerosas algas anuales, a la vez que se constataba la proliferación de poblaciones del «erizo cachero» (*Arbaxia lixula*) y el «erizo de lima» (*Diadema africanum*). La presencia de *G. abies-marina* se fue reduciendo paulatinamente, y en los últimos meses de 1991 ya solo se observaron escasos ejemplares, con lo que el fondo se fue transformando en un blanquizal (Medina & Haroun, 1994).

Esta dinámica de regresión de los bosques submarinos, que ocurría simultáneamente a la alteración de los ambientes costeros por ejecución de obras en el litoral, al incremento de efluentes de aguas residuales urbanas y



Fig. 6. Los masivos arribazones de «mujo amarillo» que tenían lugar a finales de verano ya prácticamente han desaparecido de las costas de Canarias. Solo en algunas localidades de Lanzarote y Fuerteventura es posible observar en la actualidad masas de algas arrojadas en la orilla, pero no de *Gongolaria abies-marina*. Litoral de Majanicho, Fuerteventura.

al incremento de fondos de blanquizales, se fue extendiendo por la mayor parte del archipiélago al comenzar el presente siglo. Se asumió que posiblemente esta regresión era resultado de la acumulación de condiciones desfavorables en las que jugaba un importante papel del erizo *Diadema africanum*. Cuando se alcanzaban densidades críticas de este erizo, condicionadas por la sobrepesca de sus predadores, el ramoneo de estos voraces herbívoros iba eliminando la poblaciones de macroalgas erectas en extensas superficies de fondos rocosos someros (Hernández *et al.*, 2008; Sangil *et al.*, 2014a,b). Los «blanquizales» se extendieron entre 2 y 40 m de profundidad por todas las islas del archipiélago canario (Bacallado *et al.*, 1989; Ballesteros, 1993; Reyes *et al.*, 2000), con sus poblaciones sostenidas por el continuo pero limitado aporte de alimento proporcionado por el propio reclutamiento y crecimiento de las poblaciones de algas coralinas, y sobre todo, por el reclutamiento de diásporas que arribando desde comunidades donantes cercanas, eran habitualmente consumidas en los estadios postfijación. De este modo, el anterior paisaje submarino dominado por el color pardo amarillento de los densos bosques de «mujo amarillo», fue siendo paulatinamente sustituido por el paisaje blancuzco de los «blanquizales».

Un informe técnico elaborado en 2008 concluyó que en la última década las poblaciones de *Gongolaria abies-marina* habían sufrido un retroceso importante, tanto en la distribución vertical como horizontal (Rodríguez *et al.*, 2008a). Se indicaba que en las localidades en las que por los años 90 existían grandes poblaciones que se extendían hasta 10 m de profundidad, éstas habían quedado reducidas a una estrecha franja próxima a la superficie (Fig. 7), y que las poblaciones mejor conservadas se encontraban en El Hierro y La Palma, lo que podría estar relacionado con un menor impacto antrópico en el litoral y a una menor extensión de los «blanquizales» en estas islas.

En 2017 ya se pudo contar con dos estudios en los que se analizaban y cuantificaban los cambios que habían tenido lugar en la distribución y la extensión de los bosques de *Gongolaria abies-marina* en cinco de las islas del Archipiélago Canario. Los resultados obtenidos en Gran Canaria (Valdazo *et al.*, 2017), y en las islas occidentales (La Palma, El Hierro, La Gomera y Tenerife) (Sansón *et al.*, 2017), coincidieron en señalar unas pérdidas superiores al 90 % del área que ocupaban treinta años antes, acompañadas de una significativa reducción en el tamaño de los individuos, que ahora rara vez superaban los 10 cm de longitud. La situación actual es que las poblaciones se han reducido a una estrecha franja situada próxima a la superficie, que suele quedar expuesta al aire durante las bajamares vivas, y están localizadas principalmente en pequeños tramos rocosos del litoral norte de las islas. Este descomunal retroceso ha sido constatado tanto en áreas alteradas como en espacios casi prístinos. Como una posible causa del retroceso se apunta, entre otros factores, al progresivo aumento de la temperatura superficial del agua del mar consecuencia del calentamiento



Fig. 7. La imponente reducción de las poblaciones de «mujo amarillo» han sido acompañadas en una evidente reducción del tamaño de los individuos que ahora no suelen superar los 10 cm de alto.

global. Solo en las localidades de Punta del Hidalgo (Tenerife) y en el norte de El Hierro se conservan algunos bosques submarinos de relativa extensión.

El declive o la desaparición de estos bosques de macroalgas ha generado cambios en la estructura de las comunidades sublitorales que son significativos debido a la posición de las islas Canarias en el límite sur de la región templado cálida. Estos cambios fueron analizados por Sangil *et al.* (2011a) a partir de datos obtenidos entre 2004 y 2007 en fondos rocosos entre 5 y 20 m de profundidad. Como las islas Canarias están situadas próximas al afloramiento de aguas frías de la surgencia costera del noroeste de África, existe una diferencia de casi 2°C en la temperatura del agua de mar superficial entre las islas orientales y las occidentales. Esta variación térmica permite examinar la transición entre las regiones templado-cálida y tropical a lo largo de este gradiente longitudinal. En la región templado-cálida del Atlántico oriental los bosques de algas Fucales (como los de *Gongolaria* o *Cystoseira*) son los paisajes submarinos característicos de los fondos rocosos someros; mientras que en la región tropical son dominantes diversas algas Dictyotales

de menor tamaño (p. ej., especies de *Canistrocarpus*, *Dictyota*, *Lobophora*, *Styopodium*, etc.) (Fig. 8). Sangil *et al.* (2011a) querían contrastar la hipótesis de que las comunidades de Fucales serían dominantes hacia las islas orientales, mientras que las de Dictyotales lo serían hacia las occidentales. Este patrón de distribución solo se observó en las áreas desprovistas de la presión de herbívoros (*Diadema africanum*) y libres de degradación antrópica. El estudio remarcó el papel que jugaban ahora algunas dictiotales (*Lobophora* y *Canistrocarpus*) y las algas rojas coralinas en la caracterización del paisaje submarino, en detrimento de la anteriormente dominante *Gongolaria abies-marina*. Sin embargo, fueron las densidades que exhibieron las poblaciones del «erizo de lima» las que permitieron explicar la mayor parte de la variación observada en las comunidades de algas (Sangil *et al.*, 2011a). Así, en El Hierro donde las densidades de *Diadema africanum* son reducidas, fueron las dictiotales (*Lobophora*) las macroalgas dominantes con coberturas del orden del 70 % (Sangil *et al.*, 2011b).

¿Qué consecuencias tendría para los paisajes vegetales submarinos canarios una disminución drástica de las densidades de *Diadema africanum*? Resulta que este es el escenario actual después de las recientes mortalidades masivas de *D. africanum* que han supuesto la pérdida de más del 90 % de las poblaciones de estos erizos (Clemente *et al.*, 2014; Hernández *et al.*, 2020). El primer evento de mortalidad masiva tuvo lugar en abril de 2010 (Clemente *et al.*, 2014), y el segundo entre febrero y marzo de 2018 (Hernández *et al.*, 2020). De acuerdo con Hernández *et al.* (2020), estos eventos de mortalidad masiva fueron precedidos por dos episodios severos de mar agitado del suroeste provocados por inusuales borrascas invernales, en febrero de 2010 (Xynthia) y febrero de 2018 (Emma). Estas tormentas anómalas del suroeste durante los inviernos generaron un pronunciado movimiento de sedimentos bajo el agua y una mezcla vertical a gran escala. El único patógeno aislado de los «erizos de lima» moribundos y muertos fue la ameba patógena *Paramoeba brachiphila*, lo que la postula como la principal causa de mortalidad. El movimiento masivo de sedimentos podría aumentar el número de amebas en la columna de agua y moverlas desde los fondos arenosos a los fondos rocosos cercanos donde residen los erizos de mar. La deposición significativa de sedimentos sobre el hábitat de los erizos después de las tormentas podría aumentar la probabilidad de infección y desencadenar la mortalidad masiva. Estos eventos de extinción masiva de erizos de mar apoyan la hipótesis de la denominada «tormenta asesina» que ya se ha descrito como responsable de la mortalidad masiva de erizos de mar en las costas del Atlántico occidental (Scheibling *et al.*, 2013; Feehan & Scheibling, 2014; Feehan *et al.*, 2016). De manera que es nuevamente el cambio climático, con las alteraciones que está produciendo en la circulación atmosférica, el que está detrás de estas transformaciones en el paisaje submarino de las islas Canarias.

Esta drástica reducción de la actividad del mayor herbívoro, que al menos durante las últimas décadas, ha condicionado con su ramoneo selectivo las comunidades de macroalgas de los fondos rocosos de las islas Canarias, tendrá consecuencias en los paisajes submarinos, y probablemente incidirá en la distribución de Dictyotales y Fucales en el gradiente térmico longitudinal que recorre el archipiélago canario. Es posible que los últimos bosques submarinos templado-cálidos de Canarias queden restringidos a los fondos con aguas más frías de estas islas: el archipiélago Chinijo y Lanzarote.

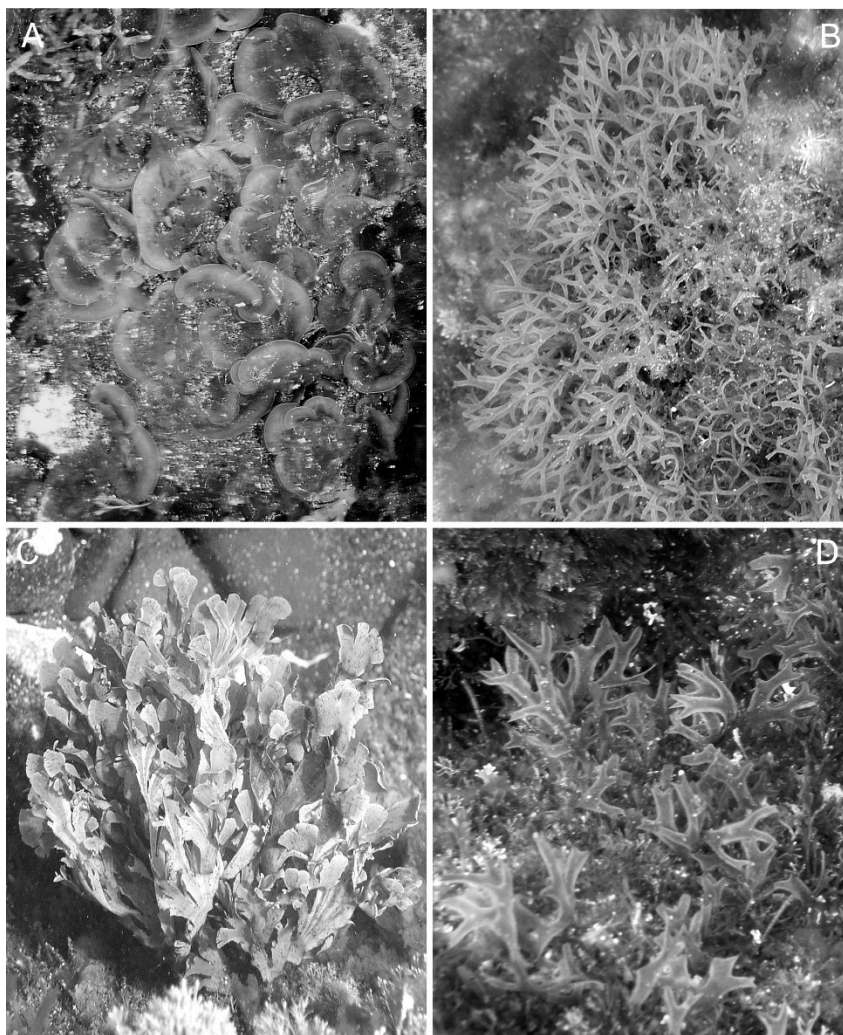


Fig. 8. Los fondos rocosos someros previamente ocupados por los bosques de «mujo amarillo» están siendo reemplazados por las algas coralinales incrustantes («caliches») y por diversas dictyotales de los géneros *Lobophora* (A), *Canistrocarpus* (B), *Stypopodium* (C) o *Dictyota* (D), todos ellos con evidentes afinidades tropicales.

A pesar de la capital importancia ecológica que los bosques de *Gongolaria abies-marina* juegan en los ecosistemas bentónicos canarios, la protección otorgada en la legislación, tanto nacional como autonómica, ha seguido una trayectoria bastante errática. En el Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias (Decreto 151/2001; BOC n. 97 de 1 agosto 2001) *Gongolaria abies-marina* fue incluida en la categoría de protección de «vulnerable», pero en el nuevo Catálogo Canario de Especies Protegidas (Ley 4/2010; BOE n. 150 de 21 junio 2010), se rebajó a un nuevo apartado de «Especies de interés para los ecosistemas canarios» creado para incluir a las especies consideradas como no amenazadas, pero merecedoras de atención por su importancia ecológica en espacios de la Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos o Natura 2000. Posteriormente, el Catálogo Español de Especies Amenazadas de 2011 (Real Decreto 139/2011; BOE n. 46 de 23 febrero 2011) no incluyó las especies de Canarias, y por último, una modificación del anexo referente al Catálogo Español de Especies Amenazadas (Orden TEC/596/2019; BOE n. 134 de 5 junio 2019) incorporó a *G. abies-marina* en la categoría de «vulnerable».

Bosques submarinos de «mujo negro»

El alga roja cuyo nombre científico actualmente aceptado es *Gelidium canariense*, los pescadores del norte de Tenerife lo han denominado tradicionalmente «mujo negro» aunque en la relación de nombres comunes de plantas y animales de Canarias se recoge como «gelidio negro» (Machado & Morera, 2005). Se trata de una especie con una distribución muy restringida, limitada a solo una porción de las costas orientadas al norte de las islas de La Palma, La Gomera, Tenerife y Gran Canaria (Wildpret *et al.*, 1987). El «mujo negro» se puede reconocer morfológicamente, entre otros caracteres, por su color prácticamente negro que al secarse adquiere unas tonalidades violáceas (Fig. 9). Las plantas pueden alcanzar hasta unos 30 cm de alto, y crecen sobre las rocas cubiertas de «caliches» del sublitoral somero en zonas expuestas al oleaje, habitualmente entre 0-6 m de profundidad, de manera que la resaca de las olas las deja momentáneamente a la vista durante las bajamares. Sus bosques submarinos son prácticamente monoespecíficos ocupando amplias superficies, de modo que compite por el mismo tipo de ambientes que el «mujo amarillo» (Fig. 10). También, con los temporales de finales de verano se provocaba el desprendimiento de muchas de las ramas maduras, que las mareas acumulaban en la orilla en grandes cantidades.

Gelidium canariense es una de las pocas macroalgas marinas consideradas como endémicas de las islas Canarias. Cuenta con una historia nomenclatural relativamente compleja puesto que originalmente fue descrita como una variedad de una especie sudafricana (*Gelidium cartilagineum* var. *canariensis*) por el ficólogo austriaco Albert Grunow en la obra de Piccone

(1884). Grunow utilizó para realizar la descripción original unos especímenes recolectados en los bajíos de Puerto de la Cruz por Liebethuth en su visita a Canarias en 1863, y que actualmente se conservan depositados en el Museo de Historia Natural de Viena (Herbario W). Posteriormente, la especie sería citada simplemente como *Gelidium cartilagineum* o como su sinónimo *Gelidium versicolor* (Lawson & Norton, 1971; Darias-Rodríguez & Afonso-Carrillo, 1986). Más tarde Seoane-Camba (1979) observó que estas plantas tenían características distintivas suficientemente importantes como para ser separadas en una especie independiente que designó *Gelidium canariense*. Prudhomme *et al.* (1994) revisaron el material original de Grunow y aceptaron el criterio de Seoane-Camba, sin embargo, la propuesta realizada por Seoane-Camba no había sido realizada correctamente de acuerdo con las normas que establece el Código Internacional de Nomenclatura Botánica, cuestión que fue subsanada años después por Haroun *et al.* (2002).



Fig. 9. Al «mujo negro», cuyo nombre científico es *Gelidium canariense*, es una de las pocas macroalgas endémicas de Canarias, reconocible por su característico color negro.

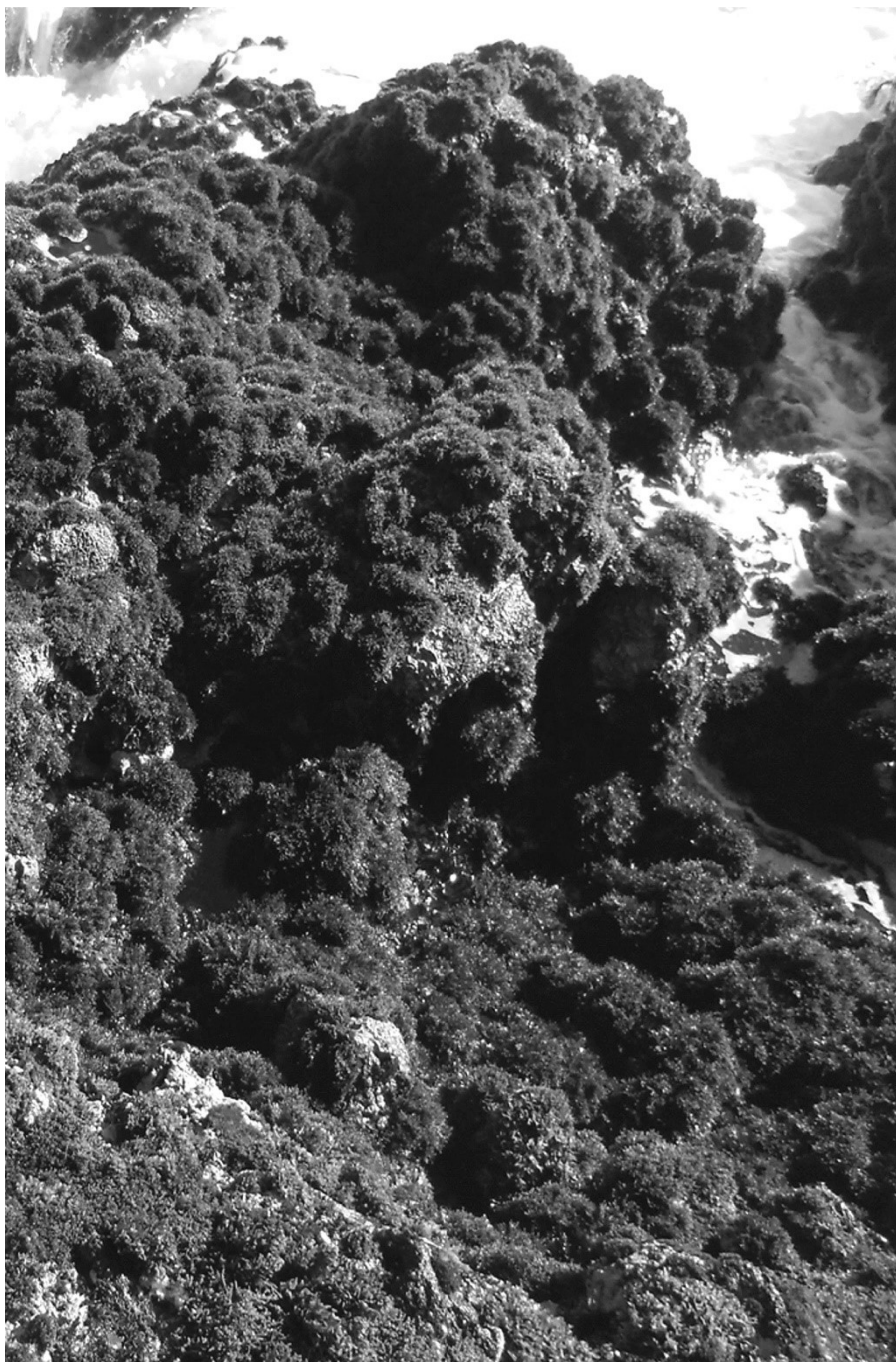


Fig. 10. Los bosques de «mujo negro» se establecen sobre las rocas en zonas expuestas al oleaje entre 0-6 m de profundidad, de tal modo que la resaca de las olas las deja momentáneamente a la vista durante las bajamares.

Los bosques de «mujo negro» de la localidad tipo (Puerto de la Cruz) fueron documentados por Sauvageau (1912), Børgesen (1927) y Lawson & Norton (1971), antes de que se iniciara la profunda transformación experimentada por el litoral de esta localidad. Estos bosques submarinos eran muy comunes y podían ser observados en el límite de la bajamar (Fig. 11), habitualmente con su parte superior bordeada por una estrecha banda amarillenta de *Gongolaria abies-marina*, seguida de otra estrecha franja rojiza de *Gelidium arbuscula* («gelidio rojo» o «mujo rojo») (Sauvageau, 1912; Børgesen, 1927; Lawson & Norton, 1971).

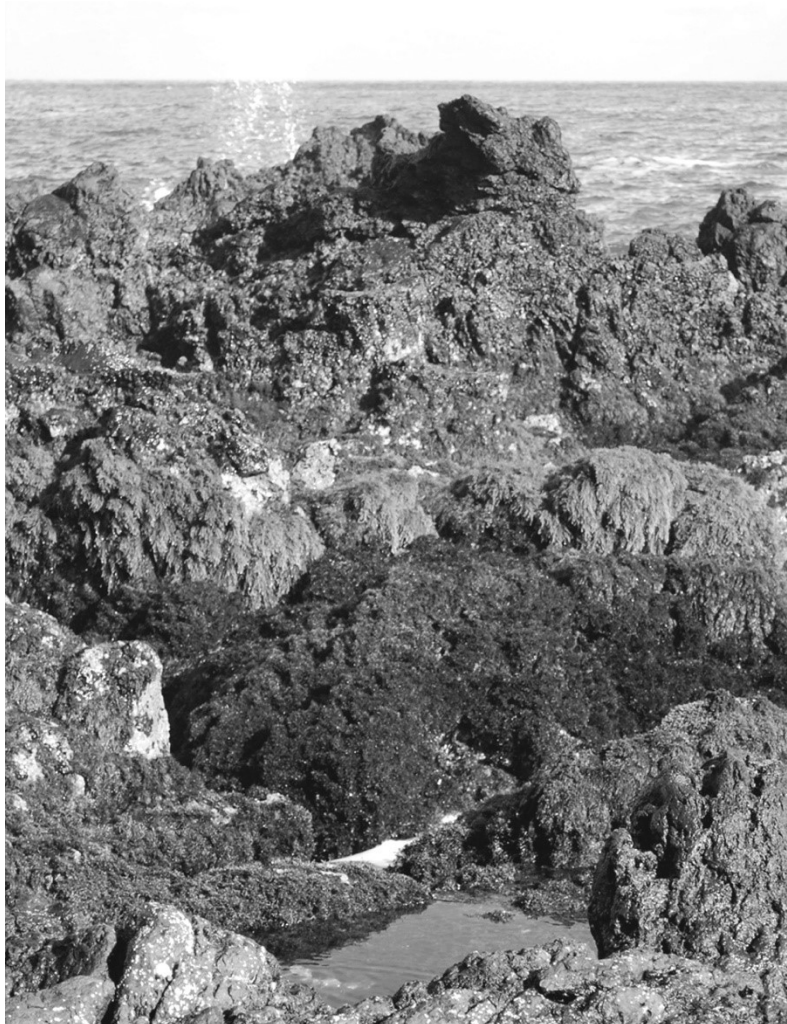


Fig. 11. El nivel más alto del bosque de «mujo negro» era visible en la bajamar, y solía exhibir en su borde una estrecha franja amarillenta de «mujo amarillo» (*Gongolaria abies-marina*) seguida por otra estrecha rojiza de «gelidio rojo» (*Gelidium arbuscula*).

Los bosques de «mujo negro» alcanzaron tales dimensiones que fueron protagonistas de la actividad más importante realizada en Canarias de aprovechamiento de algas marinas. En concreto, durante quince años, entre 1951 y 1966, fueron utilizadas como materia prima para la extracción industrial de agar (Afonso-Carrillo, 2003a). El agar es un ficocoloide que se extrae de algunas algas rojas con múltiples usos tanto en la industria (alimentaria y farmacéutica), como en los laboratorios de microbiología y biología molecular. El contenido en agar de *Gelidium canariense* oscila entre el 20-30 % del peso seco (aproximadamente la cuarta parte del peso seco del alga es agar), pero con variaciones estacionales, mostrando mínimos valores en invierno y primavera, y máximos en verano (Cardell *et al.*, 1977).

La iniciativa de aprovechar industrialmente las poblaciones de *Gelidium canariense* de Puerto de Cruz se debió al Instituto Llorente de Madrid (principal laboratorio farmacéutico español de la época) que dirigían los canarios Jacinto y Eugenio Megías, con el propósito de abastecer de materia prima a su filial PRONA. Los hermanos Megías encontraron en el portuense Ignacio Torrens Pérez, bien relacionado con el colectivo de pescadores locales y al frente de uno de los almacenes de empaquetado de plátanos que existían en la localidad, la persona adecuada para gestionar la recogida de las algas (Afonso-Carrillo, 2003a).

Forman parte de los recuerdos de mi infancia el inconfundible olor que desprendían las algas cuando se dejaban secar en las orillas de los bajíos, o en patios y azoteas de las casas, impregnando así el ambiente del barrio de La Ranilla. También forma parte de mis recuerdos una estampa que no se ha vuelto a repetir: mujeres y sobre todo chicos, llevando sobre sus cabezas voluminosos fardos del «mujo negro» ya seco. Las recogidas de «mujo negro» se realizaron durante el verano, periodo en el que concurren las mejores condiciones climáticas y el alga adquiere su mayor tamaño y un contenido más elevado en agar. Ignacio Torrens, responsable del empaquetado de plátanos del Sindicato Agrícola de La Orotava (SAO) en el Puerto de la Cruz gestionó las campañas de recogida, adquiriendo a los pescadores el alga ya seca, que almacenaba en fardos en el empaquetado del SAO (Afonso-Carrillo 2003a). Esta empresa de empaquetado de plátanos, hoy desaparecida, estaba ubicada en un edificio situado entre las calles Pérez Zamora y Nieves Ravelo, ocupando el solar del actual Edificio Girasol.

Gran parte del «mujo negro» utilizado procedió de plantas desprendidas que el mar depositaba en la costa, en la zona próxima al Castillo de San Felipe. También se recolectaba a mano en los bajíos al descender la marea, utilizando grandes lanchas para acercarse a la costa durante las bonanzas e incluso se llegaron a contratar buceadores. Las cantidades de algas obtenidas en cada una de las campañas se mantuvieron siempre entre 40-50 Tm de peso seco por año. Las algas secas eran empacadas en fardos de 50/60 kg, trasladados en camiones al muelle de Santa Cruz, en barco hasta Cádiz, y

después en tren hasta Guadalajara (en el pueblo de Brihuega estaba la factoría de PRONA) donde se procesaban las algas y se extraía el agar.

La recolección continuada durante quince años de plantas de *Gelidium canariense* en las poblaciones de la costa de Puerto de la Cruz y alrededores, sin duda supuso un impacto en sus poblaciones, al que se sumarían años más tarde todos los relacionados con el desarrollo turístico de la ciudad (Afonso-Carrillo, 2006). Sin embargo, por los años ochenta todavía se conservaban densos bosques de «mujo negro» tanto en esta localidad (Darias-Rodríguez & Afonso-Carrillo, 1986), como en el resto de las islas donde su presencia era conocida (Wildpret *et al.*, 1987). Las poblaciones de «mujo negro» de Puerto de la Cruz estaban dominadas por plantas grandes, de 20-30 cm de alto, en las que era posible reconocer tanto plantas diploides formadoras de esporas como plantas haploides formadoras de gametos masculinos o gametos femeninos, pero con las plantas diploides dominando en la proporción de esporófitos / gametofitos masculinos / gametofitos femeninos = 3:1:1 (Darias-Rodríguez & Afonso-Carrillo, 1986).

Por el importante papel ecológico y por sus posibilidades como recurso con interés comercial esta especie ha sido objeto de cuantiosos estudios en las últimas décadas en relación a múltiples aspectos de su biología: morfología vegetativa y reproductora, fijación y germinación de diásporas, variación espacio-temporal de poblaciones, ecofisiología con particular atención a la fotosíntesis, variabilidad genética y filogenia (ver síntesis en Alfonso *et al.*, 2019).

Pero desde principios de los años noventa se detectó la práctica desaparición de los arribazones de esta especie, simultáneamente a la progresiva expansión de poblaciones de otra alga roja de parecida morfología, el «falso gelidio» (*Pterocladia capillacea*) (Fig. 12) que comenzaba a reemplazar a las poblaciones de *Gelidium canariense* (Pinedo & Afonso-Carrillo, 1994; Afonso-Carrillo, 2006).

Después se ha venido constatando una alarmante y progresiva reducción de las poblaciones, que ha estado acompañada por una significativa reducción del tamaño de los individuos que ahora rara vez alcanzan los 20 cm de longitud (Sangil *et al.*, 2004; Rodríguez *et al.*, 2008b; Sansón *et al.*, 2013; Martínez *et al.*, 2015; Alfonso *et al.*, 2017, 2019). Si inicialmente fue *Pterocladia capillacea* la especie que extendía sus poblaciones en detrimento de *Gelidium canariense*, en los últimos años se está comprobando también el retroceso de las poblaciones de este «falso gelidio», mientras por el contrario ganan protagonismo las extensas superficies de las rocas dominadas por las algas coralinas costrosas, los «caliches» (Fig. 13).

El régimen de protección otorgado a *Gelidium canariense*, coincide con el previamente señalado para el «mujo amarillo». En el Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias (Decreto 151/2001; BOC n. 97 de 1 agosto 2001) fue incluida en la categoría de «vulnerable», pero con posterioridad en el



Fig. 12. A partir de los años noventa del pasado siglo se detectó la progresiva expansión de un alga de color rojizo, el «falso gelidio» (*Pterocladia capillacea*), en detrimento de las poblaciones de «mujo negro»

Catálogo Canario de Especies Protegidas (Ley 4/2010; BOE n. 150 de 21 junio 2010), se rebajó al apartado de «Especies de interés para los ecosistemas canarios». El Catálogo Español de Especies Amenazadas de 2011 (Real Decreto 139/2011; BOE n. 46 de 23 febrero 2011) no incluyó Canarias. Y finalmente el Catálogo Español de Especies Amenazadas (Orden TEC/596/2019; BOE n. 134 de 5 junio 2019) incluyó a *Gelidium canariense* como «vulnerable».

Hasta el momento no se han llevado a cabo estudios para cuantificar el grado de reducción que han experimentado los bosques de «mujo negro», pero de acuerdo con la limitada distribución de esta especie y las evidencias encontradas hasta ahora, posiblemente sea más crítica que la constatada para el «mujo amarillo».



Fig. 13. En los últimos años se ha comprobado como las superficies antaño ocupadas por el «mujo negro», posteriormente reemplazadas por las de «falso gelidio», ahora son áreas ampliamente dominadas por las algas coralinas costrosas («caliches»).

Algas coralinas costrosas

Las algas coralinas constituyen el principal grupo de algas marinas calcificadas. El carbonato cálcico bajo la forma de Mg-calcita es un constituyente de las paredes celulares dando como resultado una planta con aspecto pétreo cuya condición vegetal se puede deducir por su colorido, que puede ser muy variable: beige, rosa, rojo, violeta (Figs 14-17). Estas algas han logrado un incuestionable éxito evolutivo y son elementos conspicuos en todas las comunidades bentónicas desde los polos al ecuador (Johansen, 1981; Peña *et al.*, 2020). En las islas Canarias están ampliamente representadas con más de 50 especies, y las gentes de la mar las denominan «caliches», «confites» o «anises» (Afonso-Carrillo, 2021).

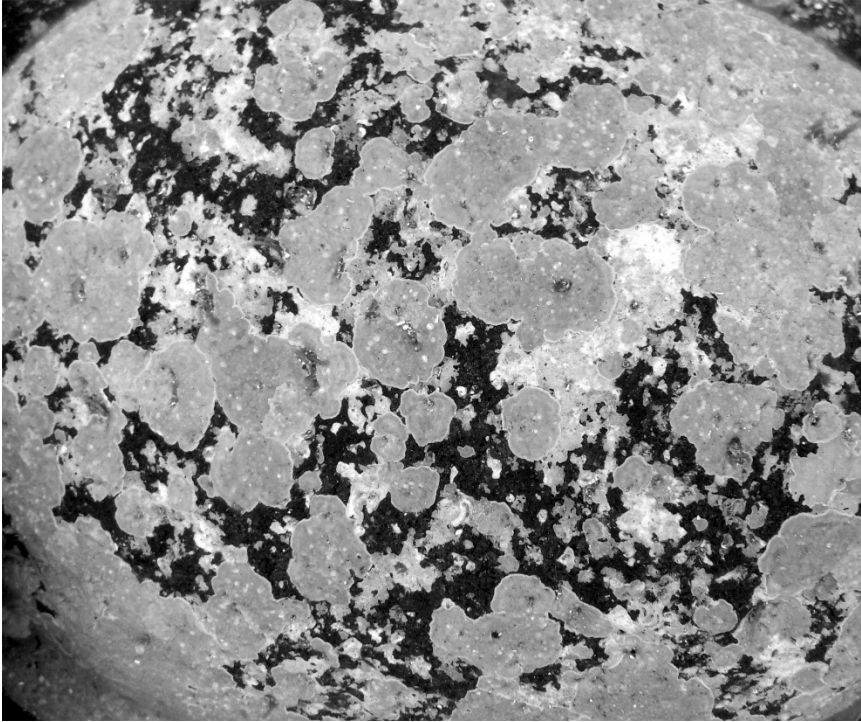


Fig. 14. Entre las algas coralinas costrosas hay especies colonizadoras primarias cuyos talos a veces diminutos son muy evidentes sobre los callaos que con cierta frecuencia son desplazados por las olas (*Harveyolithon samoënsis*).

Los primeros investigadores que estudiaron las algas marinas de Canarias fueron conscientes del importante papel que jugaban las algas coralinas en la vegetación marina. Tanto el francés Camille Sauvageau, que recolectó algas coralinas costrosas durante su estancia en el invierno de 1904-1905, como el danés Frederik Børgesen durante el invierno de 1920-1921, enviaron sus recolecciones a los especialistas de esa época (Mikael Foslie y Marie Lemoine, respectivamente) quienes descubrieron un considerable número de nuevas especies (Foslie, 1905, 1906; Lemoine, 1929; Afonso-Carrillo, 2003b).

Después de varias décadas sin aportaciones noticiables, a principios de los años ochenta se iniciaron los estudios de este grupo en la Universidad de La Laguna con el propósito de aplicar los criterios taxonómicos del momento. Las algas coralinas presentan un amplio rango de variabilidad morfológica en una misma especie, por lo que el aspecto externo no suele ser suficiente para distinguirlas. Por esta razón los caracteres relacionados con la anatomía se fueron generalizado como características diagnósticas (Cabioch, 1972).

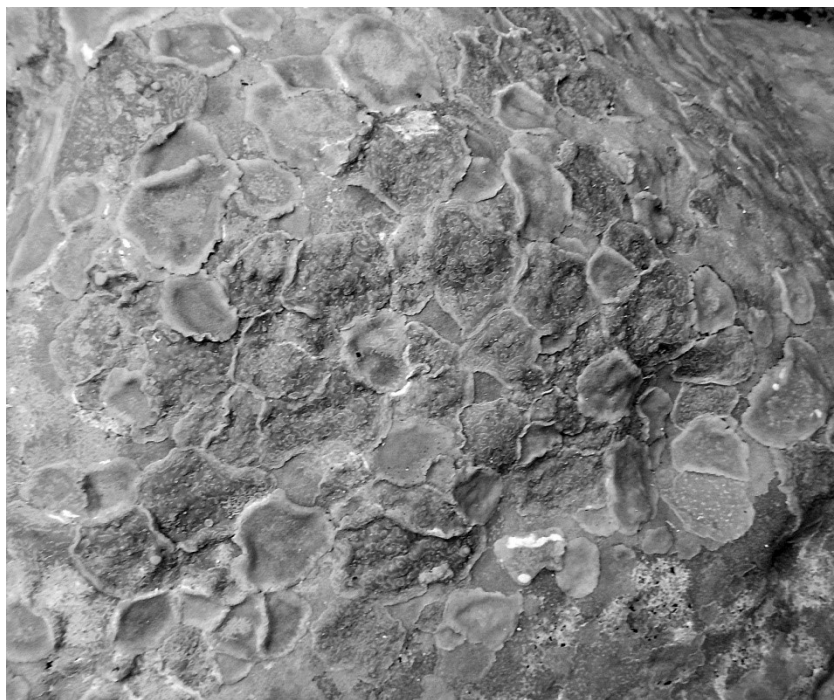


Fig. 15. Las algas coralinas adquieren aspecto pétreo por la calcificación presente en las paredes celulares. Compiten por el sustrato y cuando hay elevado estrés ambiental (intenso oleaje, herbívoros, ...) son las especies dominantes. *Lithophyllum vickersiae* (costra violeta) y *Porolithon oligocarpum* (costra beige).

Cuando en 1979 me inicié en el estudio de este grupo que constituiría la temática de mi tesis doctoral (Afonso-Carrillo, 1982), fue necesario poner a punto un laborioso procedimiento metodológico para poder llevar a cabo las identificaciones. La metodología requería además de eliminar el CaCO_3 de las paredes celulares (descalcificación) la aplicación de técnicas histológicas para obtener secciones delgadas en planos convenientemente orientados para conseguir caracterizar las estructuras vegetativas y reproductoras (Afonso-Carrillo *et al.*, 1984). Aunque debido a la escasa información publicada sobre la mayor parte de las especies, el disponer de secciones histológicas adecuadas no siempre aseguraba una identificación con garantías, fue posible profundizar en las características anatómicas, tanto vegetativas como reproductoras de las especies canarias basados en los especímenes estudiados por Foslie y Lemoine y en las características diagnósticas aceptadas en aquellos años (Afonso-Carrillo, 1982). También supuso la primera ocasión en la que los trabajos de campo y de laboratorio fueron realizados por un mismo investigador, lo que permitió obtener una información directa sobre hábitats y distribución de especies en las costas canarias.



Fig. 16. Además de costras firmemente adheridas a la roca, hay especies de talos más frágiles, compuestos por laminillas solo parcialmente adheridas al sustrato (*Mesophyllum expansum*).

Poco años después se comenzó a generalizar la utilización de la microscopía electrónica de barrido (MEB), lo que permitió el estudio de los especímenes sin necesidad de eliminar el CaCO_3 (Fig. 18) y redujo parte del esfuerzo necesario para la caracterización morfoanatómica de estas algas (Afonso-Carrillo *et al.*, 1985). La MEB permitió reconocer nuevos caracteres distintivos para algunas especies y profundizar en algunos aspectos de la morfología vegetativa y reproductora (Afonso-Carrillo, 2021).

La irrupción en el presente siglo de los estudios moleculares ha sido responsable de toda una revolución en la sistemática y la taxonomía de las algas coralinas que continúa en la actualidad, constatando que en muchos casos el conjunto de caracteres morfológicos y anatómicos no es suficiente para discriminar especies. Los estudios moleculares han demostrado su efectividad para una identificación precisa de especies conocidas y para detectar nuevas especies (las denominadas especies crípticas) que hasta entonces estaban pasando desapercibidas por presentar solo ligeras diferencias morfológicas o por ser atribuidas al propio rango de variación de



Fig. 17. Los talos adultos de *Titanoderma polycephalum* exhiben una superficie ocupada por cortas ramas erectas.

la especie. De manera que, aunque para las islas Canarias hay actualmente catalogadas más de medio centenar de especies de algas coralinas, muy probablemente se trata de una diversidad subestimada de acuerdo con las evidencias obtenidas en otras regiones tras aplicar estudios moleculares (Hernández-Kantun *et al.*, 2016). Algunos hábitats de las costas canarias (por ejemplo, los fondos rocosos del sublitoral profundo y el circalitoral, o los lechos de rodolitos), han sido muy pobremente investigados, y son hábitats en los que en otras zonas del Atlántico nororiental se ha constatado una elevada diversificación pasada por alto (Pardo *et al.*, 2017, 2019). Se ha estimado que la diversidad de especies de algas coralinas en cada región geográfica probablemente sea entre dos a cuatro veces superior a la que ahora se conoce (Richards *et al.*, 2018).

Las algas coralinas han tenido un indudable éxito evolutivo, como lo atestiguan tanto el potente registro fósil como la actual diversificación, lo que revela la capacidad de este grupo para colonizar un amplio repertorio de temperatura, luz y perturbaciones (ver Afonso-Carrillo, 2021). Ocupan hábitats desde las regiones tropicales hasta las polares, exhibiendo su mayor diversidad en los arrecifes donde proporcionan cementación a los corales. Colonizan todos los niveles de la zona fótica desde el nivel alto de mareas

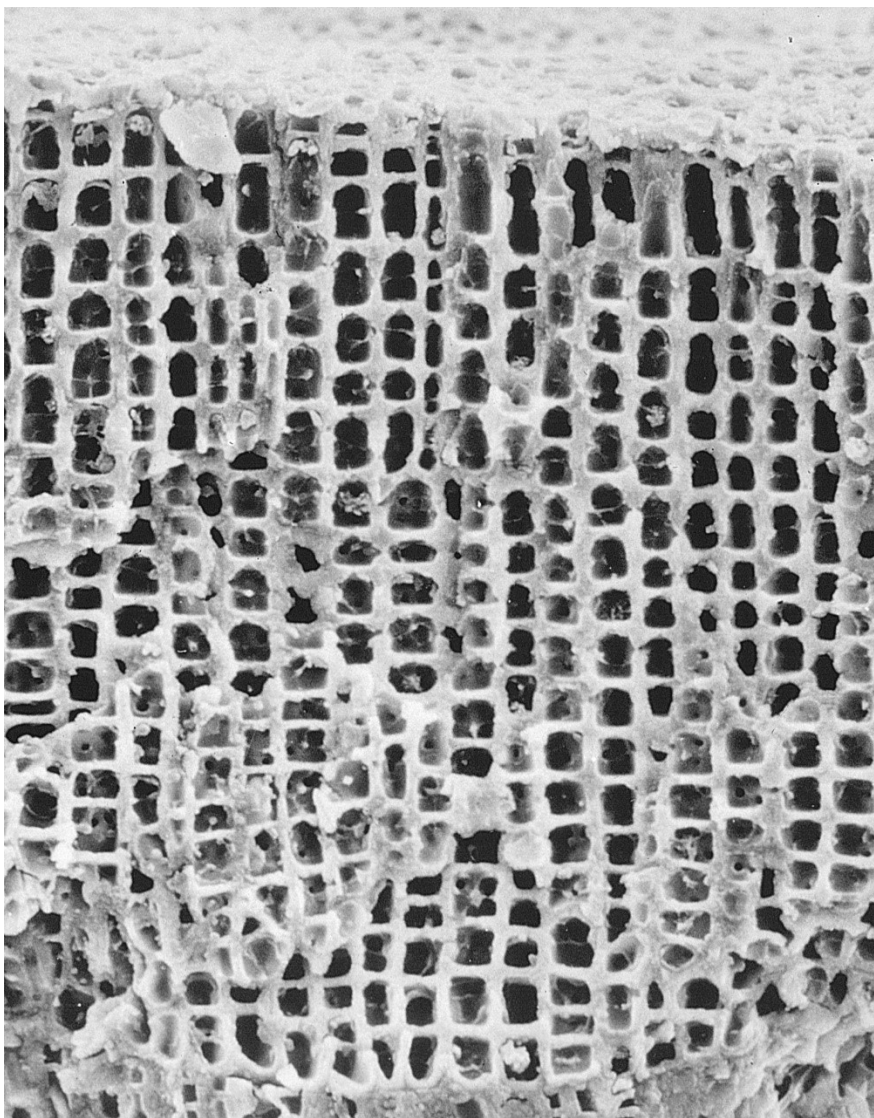


Fig. 18. Las imágenes obtenidas por el microscopio electrónico de barrido (MEB) permiten observar la disposición del CaCO_3 en las paredes de las células y la anatomía de las costras. Cada celdilla corresponde a una célula, ordenadas en filas verticales en esta sección longitudinal radial de un talo de *Lithophyllum vickersiae*.

hasta el circalitoral donde son los organismos pluricelulares fotosintéticos que marcan el límite de distribución en profundidad. En las costas rocosas expuestas en las que el movimiento del agua puede desprender a las algas frondosas, compiten por el espacio con los invertebrados. Dominan en ambientes con alto potencial de estrés y perturbación como las áreas con alta

presión de herbívoros, de muy violento oleaje o de baja productividad como los ambientes sombríos: bosques de macrófitos, oquedades o zona fótica profunda. Las formas de vida libre (rodolitos) constituyen extensos lechos submarinos que aportan un sustrato duro importante para la colonización de otras algas o invertebrados marinos y sostienen comunidades muy diversas de organismos asociados. Los fondos de rodolitos representan un componente muy importante y poco estudiado de la diversidad marina que contribuye a las principales funciones del ecosistema. En resumen, por su distribución e importancia, las algas coralinas prestan unos reconocidos servicios ecosistémicos en todas las latitudes (ver Afonso-Carrillo, 2021).

Pero las algas coralinas serán particularmente vulnerables con las futuras condiciones ligadas al cambio climático. El incremento de las emisiones de CO₂ de origen antropogénico no solo está incrementando la temperatura global, sino que además está alterando la química del océano con una disminución en el pH del agua estimada en 0,3-0,4 unidades para el final del presente siglo (Bates *et al.*, 2014). Esta acidificación del océano compromete a las estructuras en las que interviene el carbonato cálcico afectando a todos los organismos calcificantes, incluidas las algas coralinas. Con el descenso del pH se reduce el proceso de calcificación al tiempo que se incrementa la disolución de carbonatos. El carbonato de las paredes celulares de las algas coralinas corresponde a la forma más soluble de calcita, lo que las hace particularmente vulnerables en el previsto escenario de acidificación de los océanos. En un futuro no lejano la acidificación de los océanos tendrá un impacto general en las especies marinas y en los ecosistemas con graves consecuencias para los millones de personas que dependen de los hábitats costeros, la pesca y la acuicultura (Hall-Spencer & Harvey, 2019).

El interés por conocer el impacto de la acidificación de los océanos sobre las algas coralinas y sus ecosistemas ha movilizado a la comunidad científica y está generando, sobre todo en la última década, un notable progreso en los conocimientos sobre esta materia que está siendo abordada desde diferentes perspectivas (ver Afonso-Carrillo, 2021). Aunque este tipo de estudios sobre las algas coralinas de Canarias son todavía escasos, el archipiélago canario representa un magnífico laboratorio natural para llevarlos a cabo debido a su situación geográfica y su naturaleza volcánica. Estudiar *in situ* los efectos de la acidificación de los océanos sobre las algas coralinas de Canarias ya es posible gracias al reciente descubrimiento de áreas costeras, como la de Fuencaliente en La Palma (Hernández *et al.*, 2016; González-Delgado & Hernández, 2018), con filtraciones volcánicas de CO₂ donde ya se producen las futuras condiciones de pH esperadas. La experimentación en estos laboratorios naturales permitirá evaluar la respuesta de las algas coralinas a distintos rangos de pH, en una zona de transición entre la región templado-cálida y la región tropical, donde conviven especies con diferentes afinidades biogeográficas.

Algas rojas gelatinosas

Aunque la flora marina de las islas Canarias suele ser considerada como una flora bien documentada, algunos estudios recientes han sugerido que su conocimiento es todavía incompleto (ver resumen en Afonso-Carrillo & Sansón, 2009). En ese artículo argumentábamos que los estudios llevados a cabo durante los últimos años en fondos inestables ocupados por piedras y guijarros o en rocas desprovistas de vegetación perenne debido al efecto abrasivo de la arena, habían permitido descubrir una rica y diversa flora efímera, que hasta entonces había pasado desapercibida. Este conjunto de algas rojas gelatinosas efímeras estacionales del sublitoral canario fue discutido como una evidencia para sustentar el argumento de la existencia de una considerable diversidad vegetal marina que puede estar todavía sin catalogar en muchos de los hábitats aun insuficientemente explorados de los fondos marinos de las islas Canarias.

Mi primer contacto con este grupo de algas ocurrió en El Hierro en la primavera de 1979 (Afonso-Carrillo, 1980). Tanto en La Caleta como en los alrededores del Roque de Bonanza, descubrí en los fondos someros, entre 1-4 m de profundidad, unos llamativos organismos arborescentes que exhibían tonalidades muy variadas (verdes, rosas o rojos), destacando por sus cuerpos flácidos, muy gelatinosos y resbaladizos, que se escurrían entre mis dedos cuando los recolectaba y trataba de introducirlos en sus correspondientes bolsas de muestreo. En aquellos momentos todas estas formas me resultaron novedosas, y constituyeron las primeras citas para Canarias de especies de los géneros *Dudresnaya* y *Thuretella*. Resultó también que estas algas rojas constituían unos fantásticos ejemplos para comprender la estructura, básicamente filamentosa, de las algas rojas con formas poco consolidadas como pseudoparánquimas uniaxiales o multiaxiales. Además, las estructuras reproductoras, eran relativamente fáciles de reconocer y representaban otros magníficos ejemplos para comprender los complicados procesos de la reproducción sexual en las algas rojas. Constituían sin duda un muy preciado material, tanto desde el punto de vista didáctico para el aprendizaje de los estudiantes interesados en la biología de las algas rojas, como desde el punto de vista florístico y corológico, puesto que proporcionaron una importante fuente de especies que hasta entonces no habían sido encontradas en Canarias, entre las que incluso se encontraron varias especies que resultaron ser nuevas para la ciencia.

En los años posteriores se fueron encontrando por los fondos de todas las islas una veintena de especies hasta entonces pobremente conocidas, y no reportadas previamente en Canarias (Afonso-Carrillo *et al.*, 2008; Afonso-Carrillo & Sansón, 2009). El estudio principalmente de la biología reproductora aportó sólidas evidencias que sustentaron la descripción de nuevas especies como *Dudresnaya canariensis*, *Ganonema lubricum*,

Helminthocladia reyesii, *Dudresnaya multiramosa* y *Dudresnaya abbottiae*, que se incorporaron al reducido y selecto grupo de algas marinas endémicas del archipiélago canario. Salvo *Ganonema lubricum* (Fig. 19) que ha sido identificada en los fondos de todas las islas, el resto tienen distribuciones muy restringidas, incluso limitadas a la localidad tipo, el lugar donde fueron recolectados los especímenes utilizados para la descripción de la nueva especie.

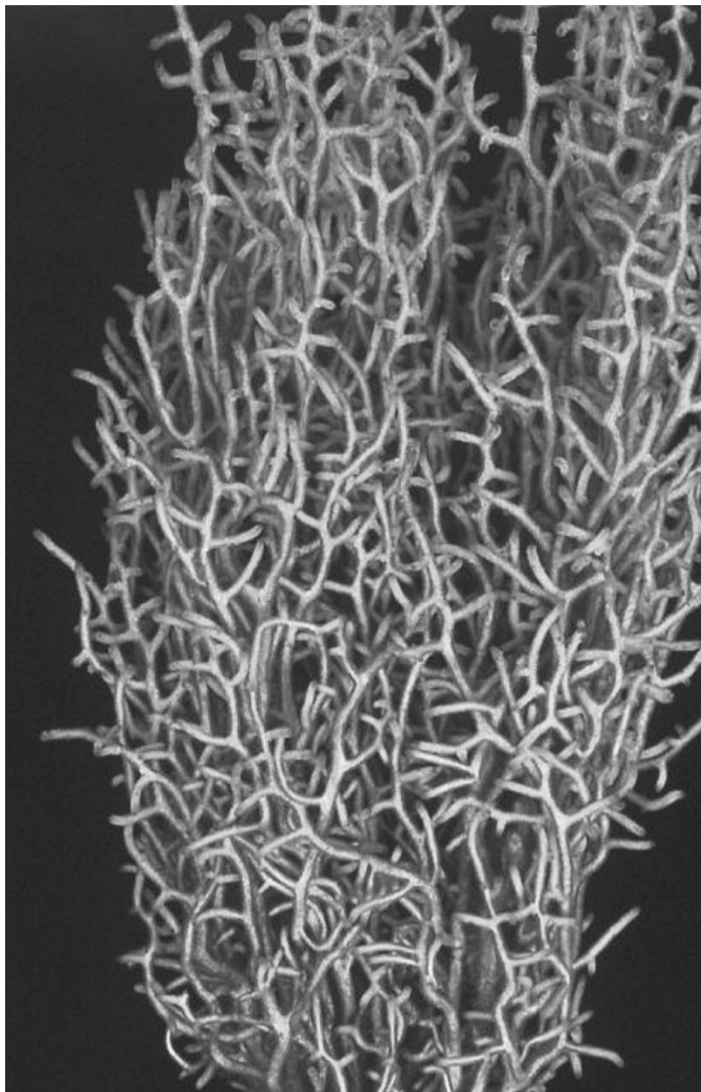


Fig. 19. Entre las rojas gelatinosas efímeras estacionales de Canarias, *Ganonema lubricum* es la que tiene una más amplia distribución, estando presente en todas las islas del Archipiélago Canario.

Helminthocladia reyesii (Fig. 20) está documentada solo para la playa de San Marcos (Icod, Tenerife) entre 3-10 m de profundidad. *Dudresnaya canariensis* también ha sido observada exclusivamente en la playa de San Marcos entre 9-12 m de profundidad. *Dudresnaya multiramosa* se conoce de un solo espécimen obtenido a 33 m de profundidad en Playa San Juan (Tenerife). *Dudresnaya abbottiae* se conoce sólo de tres localidades de Tenerife: Agua Dulce-Los Abrigos (localidad tipo), El Médano y San Marcos, donde crece entre 3-7 m de profundidad (ver referencias en Afonso-Carrillo & Sansón, 2009).

Además de estas especies endémicas, se fueron documentando por primera vez para Canarias diferentes especies previamente conocidas de otras regiones pertenecientes a los géneros *Acrosymphyton*, *Predaea*, *Naccaria* o *Reticulocaulis* (Afonso-Carrillo & Sansón, 2009). Aunque eran especies ya descritas, en general se trataba de taxones insuficientemente documentados, y los hallazgos en las costas canarias permitieron mejorar su conocimiento tanto con respecto a la morfología vegetativa como la reproductora. Los estudios en este grupo de algas siguen en curso, y resultados provisionales aún no publicados apuntan hacia un notable incremento en el número de especies.

La elevada proporción de especies muy pocas veces documentadas o nuevas para la ciencia se justifica por el conjunto de singularidades que concurren en estos organismos y que limitan las probabilidades de que los investigadores puedan entrar en contacto con ellos. Al tratarse de especies exclusivamente sublitorales de consistencia delicada, blanda y gelatinosa, no dejan restos que perduren al ser arrojados a la orilla, ni tienen capacidad para flotar a la deriva. La fase macroscópica tiene una vida muy corta, efímera y estacional (principalmente durante la primavera), lo que reduce también las probabilidades de realizar el hallazgo. Por el contrario, cuentan también con una fase filamentosa, pero diminuta y microscópica, que pasa totalmente desapercibida, y probablemente persiste durante todo el año en las fisuras de las piedras, donde sobrevive al efecto abrasivo de las piedras en movimiento o de la arena movilizada por los temporales (que por otra parte son las que impiden el asentamiento de vegetación perenne en estos hábitats). Durante algunas primaveras, y como consecuencia de una concreta combinación de fotoperiodo y temperatura del agua de mar, se desencadena la reproducción de la fase microscópica, dando origen a las plantas macroscópicas erectas y gelatinosas que aprovecharán las bonanzas primaverales para crecer rápidamente.

Estas algas rojas gelatinosas efímeras estacionales exhiben un conjunto de características vegetativas y reproductores bastante simples y primitivas dentro de las algas rojas. Aunque están presentes en todos los océanos, su actual distribución parece estar limitada a las regiones que rodeaban al antiguo mar de Tetis, lo que es indicativo de su antigüedad desde un punto

de vista evolutivo. Por otra parte, el aislamiento de los hábitats sublitorales en los que viven y la incapacidad para sobrevivir flotando a la deriva, son considerables impedimentos para la dispersión, que propician áreas de distribución restringidas y una elevada proporción de especies endémicas.

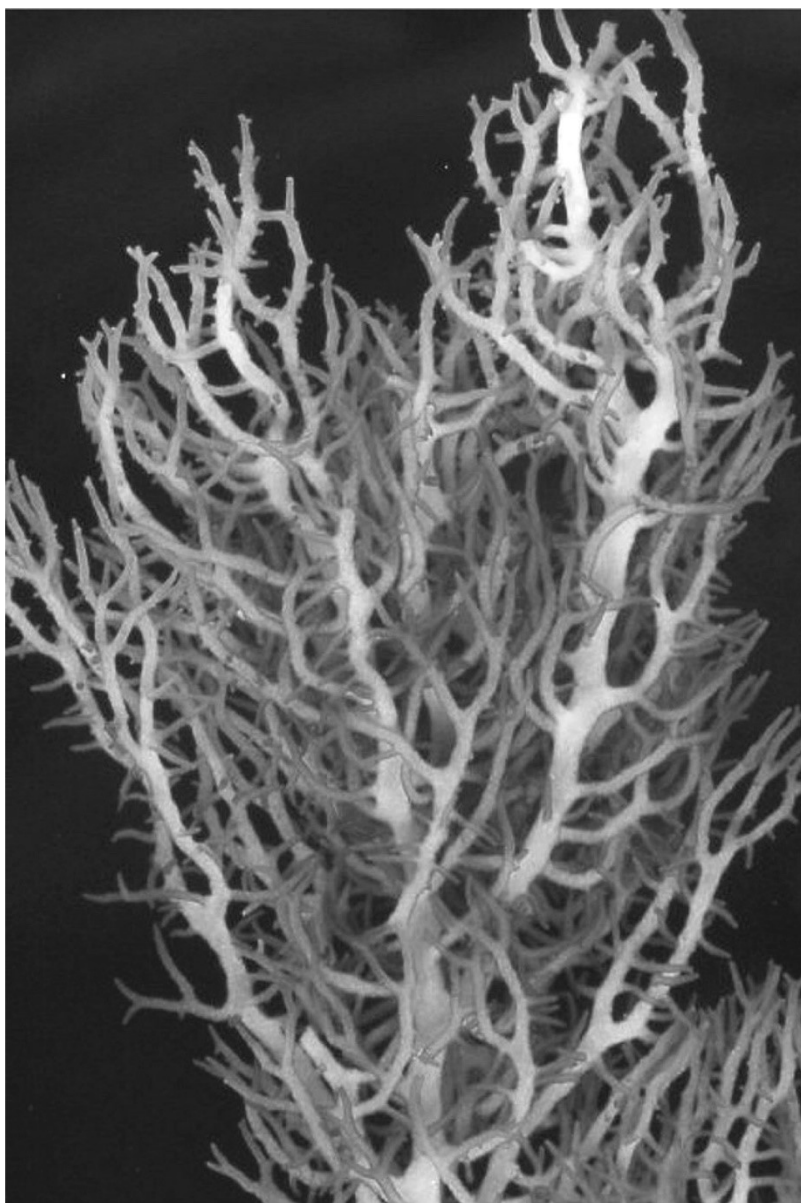


Fig. 20. *Helminthocladia reyesii* es una especie rara para la que hasta el momento solo se conoce la población de San Marcos en Icod (Tenerife).

El alga roja de La Rapadura

Ramiro Martel, que también participó hace unos años en la Semana Científica Telesforo Bravo con una muy valiosa contribución acerca de los inicios del buceo en el Puerto de la Cruz y las características de las principales inmersiones en el valle de La Orotava (Martel, 2017), suele publicar en su página de Facebook «Ecosub Tenerife» impresionantes imágenes de los paisajes y la biodiversidad de los fondos marinos de Tenerife, en particular los de su costa norte. Fue exactamente el 25 de septiembre de 2016 cuando publicó la imagen de un alga roja laminar (Fig. 21) obtenida a 40 m de profundidad en el incomparable paisaje submarino de La Rapadura en Santa Úrsula (norte de Tenerife), en una zona de transición roca-arena, donde formaba una pequeña población que ocupaba aproximadamente un metro cuadrado de superficie. La imagen estaba acompañada de un breve comentario en el que se indicaba que se trataba de un alga roja que se observaba por primera vez en esta zona de buceo. Por la misma red social le comenté que las algas rojas de cierta profundidad todavía eran mal conocidas y que disponer de unas muestras para estudio se agradecerían siempre. Unos días después, el 1 de octubre, Ramiro Martel recolectó y me entregó unos pocos individuos, con los que iniciamos el estudio de esta especie. Dos años más tarde, el 22 de agosto de 2018, Ramiro volvió a observar y fotografiar nuevos individuos, también en la zona de La Rapadura (Fig. 22).



Fig. 21. Esta imagen, obtenida a 40 m de profundidad en La Rapadura, publicada en la página de Facebook «Ecosub Tenerife» el 25 de septiembre de 2016, desencadenó el estudio detallado de esta especie (Fotografía Ramiro Martel).

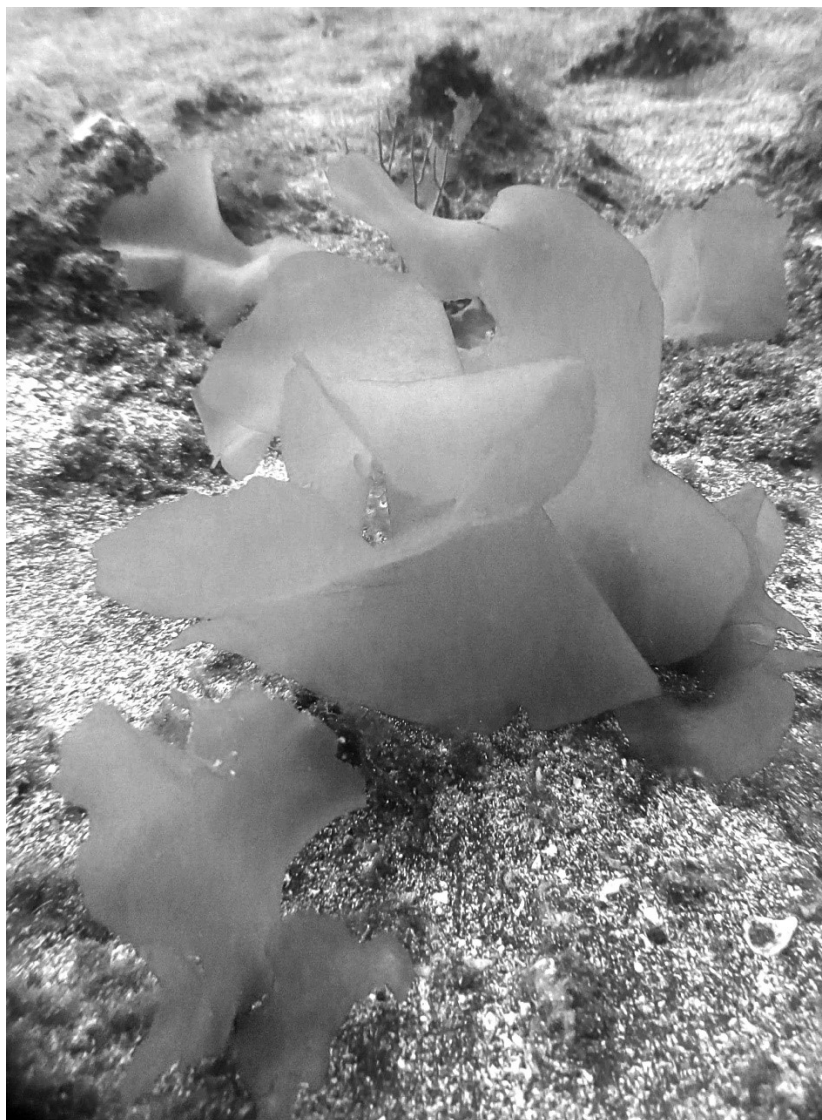


Fig. 22. La misma especie fue observada en el mismo lugar por R. Martel dos años después, en agosto de 2018 (Fotografía Ramiro Martel).

Las muestras recolectadas por Martel consistían en siete individuos de color rosa a rojo oscuro, blandos, de textura gelatinosa, en forma de láminas erectas ovales, simples o con lóbulos, que alcanzaban hasta 20 cm de largo y 14 cm de ancho, y se fijaban al sustrato por un breve estipe (Fig. 23). Las láminas eran muy delgadas, entre 100-260 μm de grosor. Los diferentes individuos se prensaron de la manera habitual para conservarlos en el

Herbario TFC de la Universidad de La Laguna, pero previamente se escogieron varios fragmentos para preservarlos deshidratados en bolsitas con silica gel (para extracción de ADN para análisis moleculares) y se seleccionaron diferentes fragmentos con el propósito de fijarlos y conservarlos en una solución de formalina y agua de mar (para realizar en ellos los estudios anatómicos).

El examen preliminar mostró que tanto los caracteres anatómicos vegetativos (con un córtex muy delgado, un subcórtex con una red de células estrelladas con largos brazos y una médula de filamentos dispuestos perpendicularmente al córtex), como los caracteres de las estructuras reproductoras (ramas carpogoniales y células auxiliares dispuestas en ámpulas separadas) sugerían su inclusión en *Halymenia* (Fig. 24), un género establecido originalmente por C. Agardh (1817) basándose en *Halymenia floresii* (Clemente) C. Agardh de la costa de Cádiz. *Halymenia* es un género de algas bastante amplio y en él se conocían aproximadamente unas 80 especies, todas ellas típicas de fondos relativamente profundos y con distribución por las regiones templadas y tropicales (Chiang, 1970; Rodríguez-Prieto *et al.*, 2018). Para Canarias se había documentado la presencia de seis especies de *Halymenia* (Afonso-Carrillo & Sansón, 1999; Afonso-Carrillo, 2014), pero las plantas de La Rapadura eran notoriamente diferentes, y tampoco mostraban parecido con ninguna de las otras especies de *Halymenia* conocidas de otras regiones del Atlántico. Todo sugería que el alga que estudiábamos correspondía a una especie de *Halymenia* que aún no había sido descrita, es decir, una nueva especie.

En la primavera de 2017 tuve la oportunidad de discutir este problema con la profesora Conxi Rodríguez-Prieto, colega de la Universidad de Girona, una experta en algas marinas con la que había trabajado en diversas investigaciones, incluyendo el largo periodo de colaboración que concluyó en la «Guía de las macroalgas y fanerógamas marinas del Mediterráneo Occidental» (Rodríguez-Prieto *et al.*, 2013). Conxi Rodríguez-Prieto es especialista en algas rojas de aguas profundas y tiene una amplia experiencia en el estudio anatómico de las ámpulas, tarea que resulta bastante compleja y engorrosa. Desde un principio se mostró entusiasmada por las características que exhibían de las plantas de La Rapadura, puesto que en ese momento lideraba a un pequeño grupo internacional de ficólogos que estaban llevando a cabo la revisión de las especies de *Halymenia* de las costas europeas. Sus investigaciones estaban ya en un estadio bastante avanzado, por lo que me pudo adelantar que contaban con inequívocas evidencias moleculares que demostraban que el género *Halymenia*, tal como era en ese momento aceptado, lo constituía un grupo heterogéneo de especies que tendría que desgajarse en varios géneros diferentes. Decidimos trabajar conjuntamente en la resolución de la identidad de las plantas de La Rapadura, y le envié a su laboratorio el material en el que yo había trabajado.

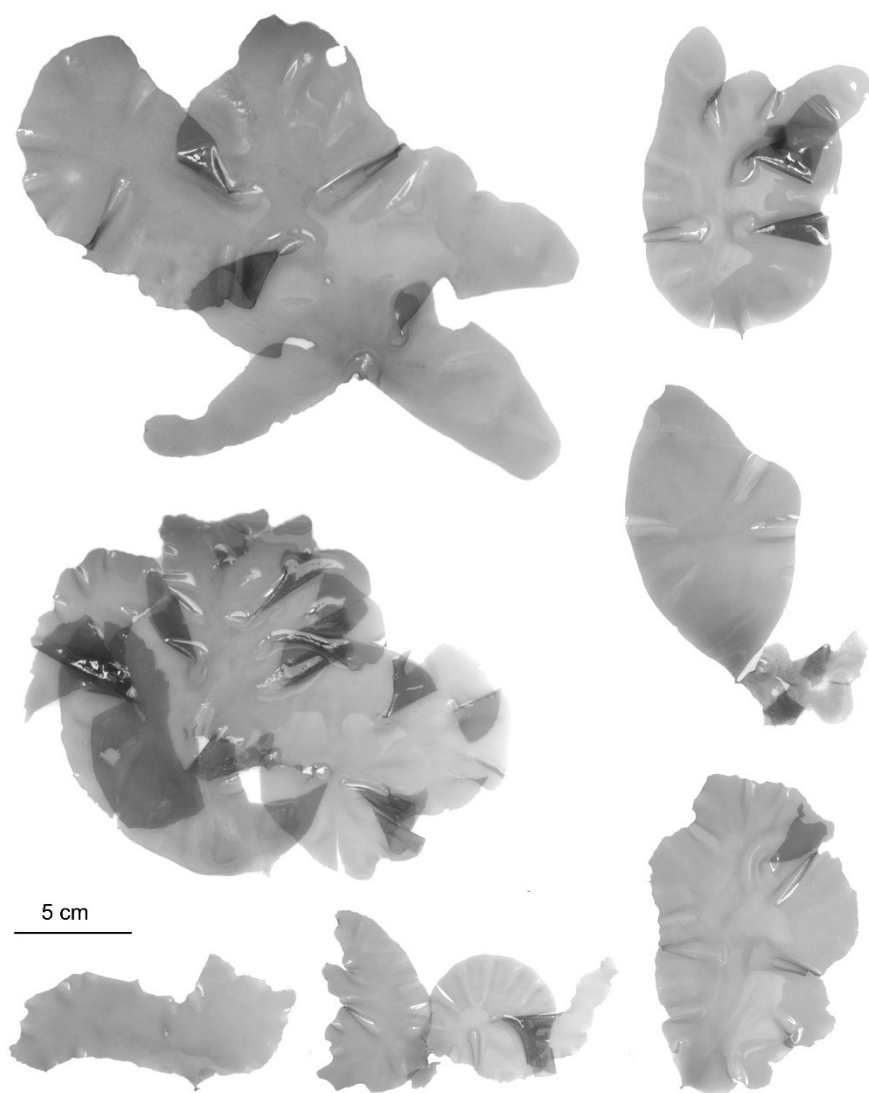


Fig. 23. Colección de especímenes recolectados por Ramiro Martel en La Rapadura a 40 m de profundidad utilizados para el estudio de esta especie.

Los primeros resultados empezaron a ver la luz en 2018. El 9 de octubre se publicó la versión *online* de un artículo del *European Journal of Phycology* firmado por el grupo de investigación liderado por Conxi Rodríguez-Prieto, junto a Olivier De Clerck (Universidad de Gante, Bélgica), John M. Huisman (Herbario de Australia Occidental) y Showe-Mei Lin (Universidad Nacional Oceánica de Taiwán) (Rodríguez-Prieto *et al.*, 2018).

En este trabajo se demostró con evidencias obtenidas de los análisis moleculares que el género *Halymenia* era polifilético. Se caracterizó la morfología vegetativa y reproductora de la especie tipo de *Halymenia* (*H. floresii*), y se reconoció un nuevo género, *Neofolia*, para incluir unas algas del Atlántico nororiental y el Mediterráneo occidental que estaban siendo confundidas con la especie «*Halymenia latifolia*». Para esta «*Halymenia latifolia*» disponen de evidencias moleculares que las sitúan en otro género diferente, que se pretende describir en un artículo posterior que ya hasido sometido a evaluación. Sin embargo, los coreanos Hyung Woo Lee y Myung Sook Kim, que investigan las especies de Corea, llegan también a la misma conclusión y se han adelantado en la publicación de la propuesta del nuevo género.

Así, el 23 de noviembre de 2018 apareció la versión *online* del artículo de Lee y Kim en el *European Journal of Phycology* (Lee & Kim, 2019), en el que describieron el nuevo género *Nesoia* (un nombre derivado de «Nesoi», término con el que se denominaba en la mitología griega a las diosas de las islas). *Nesoia* fue caracterizado por su talo folioso con un córtex de una sola capa de células y una médula de filamentos anticlinales. Y sobre todo por sus características reproductoras (ámpulas carpogoniales con ramas carpogoniales de dos células y ámpulas de células auxiliares con múltiples órdenes de ramificación, hasta tres o cuatro). El sistema ampular de células auxiliares de *Nesoia* constituye un tipo único no descrito previamente en las Halymeniaceae (cada célula del filamento ampular de primer orden produce filamentos secundarios bilaterales, y la célula auxiliar es la célula basal de uno de los dos filamentos de segundo orden que nacen en la segunda o tercera célula del filamento de primer orden). Los resultados del grupo de Rodríguez-Prieto, ahora sin la propuesta de nuevo género, pero con la caracterización de dos especies de *Nesoia* fueron publicados en la revista *Phycologia*, versión *online* el 17 junio 2019 (Rodríguez-Prieto *et al.*, 2019).

Con la cuestión nomenclatural resuelta, se abordó el problema de los especímenes canarios. Se realizó un minucioso estudio de la morfología vegetativa y reproductora y se llevaron a cabo análisis de las secuencias del gen *rbcL* (un gen del cloroplasto), en el que participó todo el grupo de Rodríguez-Prieto. Los resultados obtenidos permitieron concluir que las plantas de La Rapadura representaban una nueva especie del género *Nesoia*. Para la nueva especie se propuso el nombre *Nesoia hommersandii*, en honor del Profesor Max H. Hommersand (Curator de algas en el Chapel Hill Herbario de la Universidad de Carolina del Norte, EEUU), con el propósito de ensalzar su inmensa contribución a la sistemática de las algas rojas, y especialmente al conocimiento de los complejos procesos de la reproducción femenina en este grupo de algas. El 7 de julio de 2020 vio la luz la versión *online* del *European Journal of Phycology* en la que se describió esta nueva especie de macroalga marina de Canarias (Rodríguez-Prieto *et al.*, 2020).

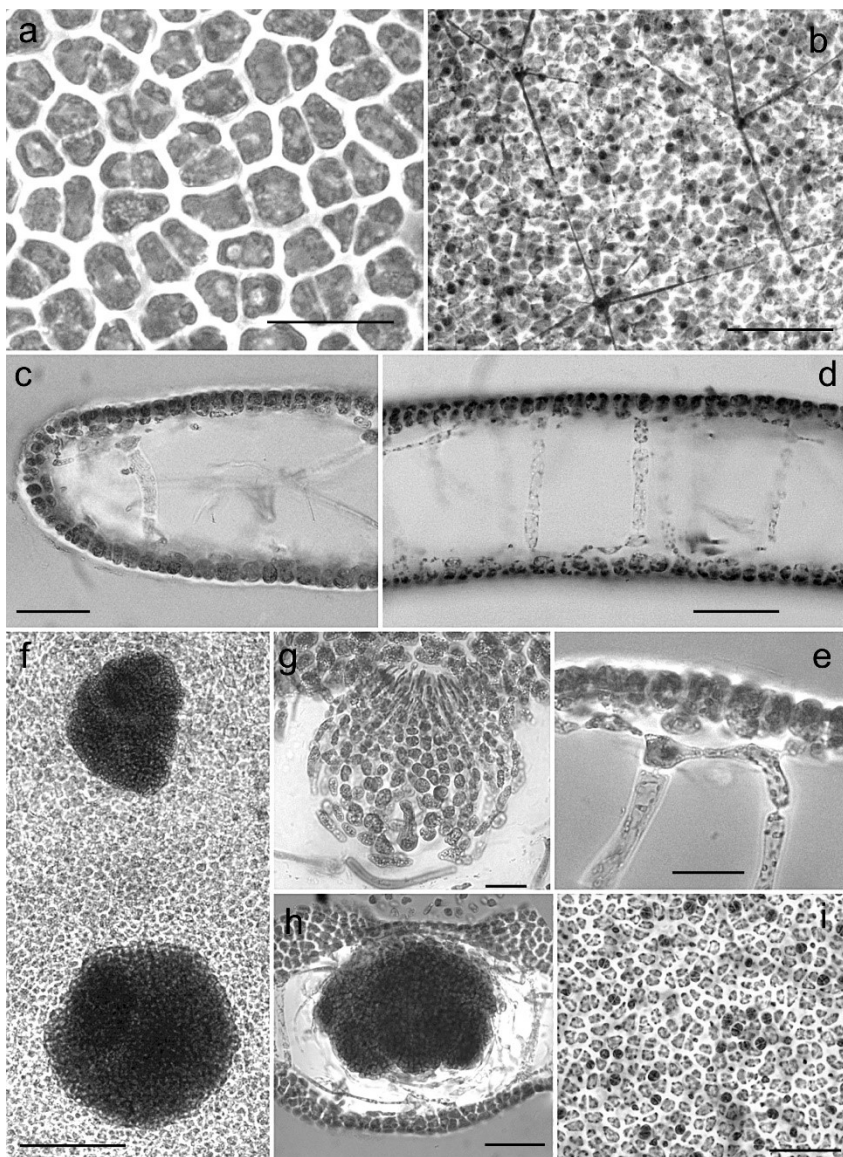


Fig. 24. Algunas características vegetativas y reproductoras del alga de La Rapadura (tinción con azul de anilina). **a.** Visión superficial de la lámina mostrando las células corticales. **b.** Visión superficial de la lámina donde se observa el subcortex como una red de células estrelladas con largos brazos. **c.** Sección transversal de una lámina cerca del margen. **d.** Sección transversal de una lámina donde se observan los filamentos medulares dispuestos perpendicularmente al cortex de ambos lados la lámina. **e.** Sección transversal cerca de la superficie de una lámina mostrando el cortex y el subcortex. **f.** Visión superficial de una lámina mostrando dos carposporófitos. **g.** Sección transversal de un ámpula. **h.** Sección transversal de un carposporófito. **i.** Visión superficial de una lámina mostrando tetrasporangios entre las células del cortex. Escala de la barra: a,e,g (20 μm), c,d,h,i (50 μm), b,f (100 μm).

Este hallazgo supone una nueva evidencia sobre lo mucho que aún resta por descubrir en la biodiversidad de los fondos marinos canarios. Y sucede cuando estamos siendo testigos de unos colosales cambios que están ocurriendo a una velocidad inusitada en los poblamientos marinos. La sustitución de los bosques de «mujo amarillo» y «mujo negro» por las extensas cubiertas de algas coralinas («caliches») de la que estamos siendo testigos en Canarias durante las últimas décadas, representa un proceso que muy probablemente debería ser paulatino a lo largo de cientos o miles de años. Sin embargo, el desastroso trato al que estamos sometiendo a los océanos está acelerando a tal ritmo tantos procesos biológicos, que provocan la sustitución y la extinción de una gran parte de la biodiversidad que hace habitable y único a nuestro planeta.

Bibliografía

- AFONSO-CARRILLO, J. (1980). Algunas observaciones sobre la distribución vertical de las algas en la isla del Hierro (Canarias). *Vieraea* 10: 3-16.
- AFONSO-CARRILLO, J. (1982). *Revisión de las especies de la familia Corallinaceae en las islas Canarias*. [Tesis Doctoral] Univ. La Laguna. 269 pp + 101 lám.
- AFONSO-CARRILLO, J. (2003a). Aprovechamiento industrial de algas marinas canarias para la extracción de agar. Puerto de la Cruz (1951-1966). *El Pajar. Cuad. Etnogr. Can.* 15: 173-184.
- AFONSO-CARRILLO, J. (2003b). Bajíos y algas marinas de Puerto de la Cruz: una historia de la botánica marina en Canarias. *Catharum* 4: 14-27.
- AFONSO-CARRILLO, J. (2006). Amenazas a la diversidad de plantas marinas por el desarrollo urbano en el litoral: el ejemplo de Puerto de la Cruz, pp: 39-69. En: Afonso-Carrillo, J. (Ed.) *Actas de la Semana Homenaje a Telesforo Bravo*. Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias, Puerto de la Cruz.
- AFONSO-CARRILLO J. (2014). Lista actualizada de las algas marinas de las islas Canarias. Elaborada para la Sociedad Española de Ficología (SEF). San Cristóbal de La Laguna. 64 pp.
- AFONSO-CARRILLO, J. (2021). Las algas coralinas (Rhodophyta) ante la acidificación del océano con especial referencia a las islas Canarias. *Scientia Insularum* 4
- AFONSO-CARRILLO, J & M.C. GIL-RODRÍGUEZ (1980). *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson (Zannichelliaceae) y las praderas submarinas o sebadales de las Islas Canarias. *Vieraea* 8: 365-376.
- AFONSO-CARRILLO, J., M.C. GIL-RODRÍGUEZ, R. HAROUN & W. WILDPRET (1985). Algunos aspectos de la aplicación de la microscopía electrónica de barrido al estudio de las algas Corallinaceae (Rhodophyta). *Cah. Biol. Mar.* 25: 427-433.
- AFONSO-CARRILLO, J., M.C. GIL-RODRÍGUEZ & W. WILDPRET (1984). Estudios en las algas Corallinaceae (Rhodophyta) de las Islas Canarias. I. Aspectos metodológicos. *Vieraea* 13: 113-125.

- AFONSO-CARRILLO J., C. SANGIL, & M. SANSÓN (2008). Notas corológicas sobre algas rojas gelatinosas efímeras de los fondos de las islas Canarias. *Rev. Acad. Canaria Cienc.* 19(4): 67-74.
- AFONSO-CARRILLO, J. & M. SANSÓN (1999). *Algas, hongos y fanerógamas marinas de las Islas Canarias. Clave Analítica*. Materiales didácticos universitarios. Serie Biología 2. Serv. Publ. Univ. La Laguna. Santa Cruz de Tenerife.
- AFONSO-CARRILLO, J. & M. SANSÓN (2009). Aún lejos de un completo conocimiento de la biota canaria: el ejemplo de la flora de algas rojas gelatinosas efímeras del sublitoral. In Beltrán Tejera, E., J. Afonso-Carrillo, A. García Gallo & O. Rodríguez Delgado (Eds.): *Homenaje al Profesor Dr. Wolfredo Wildpret de la Torre*. Instituto de Estudios Canarios. La Laguna (Tenerife. Islas Canarias).
- AGARDH, C.A. (1817). *Synopsis algarum Scandinaviae, adjecta dispositione universali algarum*. Ex officina Berlingiana, Lundae [Lund].
- AGARDH, C.A. (1820). *Species algarum rite cognitae, cum synonymis, differentiis specificis et descriptionibus succinctis*. Vol. I. pp.[i-iv],[1]-168. Lundae [Lund].
- ALFONSO, B., C. SANGIL & M. SANSÓN (2017). Morphological and phenological reexamination of the threatened endemic species *Gelidium canariense* (Gelidiales, Rhodophyta) from the Canary Islands. *Bot. Mar.* 60: 543-553.
- ALFONSO, B., C. SANGIL & M. SANSÓN (2019). Gelidiales (Rhodophyta) in the Canary Islands: previous studies and future perspectives. *Scientia Insularum* 2: 153-181.
- ALLEN, T., K.A. MURRAY, C. ZAMBRANA-TORRELIO *et al.* (2017). Global hotspots and correlates of emerging zoonotic diseases. *Nature Comm.* 8: 1124.
- ASKENASY, E. (1896). Enumeration des Algues des îles du Cap Vert. *Bol. Soc. Brot. Coimbra* 13: 150-175.
- BACALLADO, J.J., T. CRUZ, A. BRITO, J. BARQUÍN & M. CARRILLO (1989). *Reservas marinas de Canarias*. Consejería de Agricultura y Pesca. Gobierno de Canarias.
- BALLESTEROS, E. (1993). Algunas observaciones sobre comunidades de algas profundas en Lanzarote y Fuerteventura (Islas Canarias). *Vieraea* 22: 17-27.
- BANG, A. & S. KHADAKKAR (2020). Biodiversity conservation during a global crisis: Consequences and the way forward. *PNAS* 117 (48): 29995-29999.
- BATES, N.R., Y.M. ASTOR, M.J. CHURCH *et al.* (2014). Time-series view of changing surface ocean chemistry due to ocean uptake of anthropogenic CO₂ and ocean acidification. *Oceanography* 27: 126-141.
- BØRGESSEN, F. (1925-1930). Marine algae from the Canary Islands, especially from Tenerife and Gran Canaria. I. Chlorophyceae. *Kong. Danske Vidensk. Selsk., Biol. Medd.* 5(3): 1-123 (1925). Id., II. Phaeophyceae, *ibid.* 6(2): 1-112 (1926). Id., III. Rhodophyceae 1, Bangiales and Nemalionales, *ibid.* 6(6): 1-97 (1927). Id., 2, Cryptonemiales, Gigartinales and Rhodymeniales, *ibid.* 8(1): 1-97 (1929). Id., 3, Ceramiales, *ibid.* 9(1): 1-159 (1930).
- BUONOMO R., J. ASSIS, F. FERNANDES *et al.* (2017). Habitat continuity and stepping-stone oceanographic distances explain population genetic connectivity of the brown alga *Cystoseira amentacea*. *Mol. Ecol.* 26: 766-780.
- CABIOCH, J. (1972). Étude sur les Corallinacées. II. La morphogénèse: conséquences systématiques et phylogénétiques. *Cah. Biol. Mar.* 13: 137-288.

- CARDELL, C.E., C. ESTEBAN & L. FERNÁNDEZ (1977). Curvas anuales del contenido en agar-agar y aislamiento del D-manitol en dos algas de las Islas Canarias: *Gelidium arbuscula* Bory y *Gelidium cartilagineum* (L.), Goill. var. *canariensis* Grun. *Ann. Inst. Bot. A.J. Cavanilles* 34: 303-308.
- CHIANG, Y.-M. (1970). Morphological studies of red algae of the family Cryptonemiaceae. *Univ. Calif. Publ. Bot.* 58: vi + 95 pp.
- CLEMENTE, S., J. LORENZO-MORALES, J.C. MENDOZA, C. LOPEZ, C. SANGIL, F. ÁLVES, M. KAUFFMAN & J.C. HERNÁNDEZ (2014). Sea urchin *Diadema africanum* mass mortality in the subtropical eastern Atlantic: role of waterborne bacteria in a warming ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 506: 1-14.
- DARIAS-RODRÍGUEZ, J.M. & J. AFONSO-CARRILLO (1986). Reproducción y fenología de *Gelidium versicolor* (S. Gmel.) Lamouroux (Rhodophyta) en el Puerto de la Cruz (Tenerife). Libro de Resúmenes V Simp. Iber. Bent. Mar. Puerto de la Cruz. p. 85.
- DÍAZ PÉREZ, S.F., F. REAL HARDISSON & A. HARDISSON DE LA TORRE (1988). La utilización del alga *Cystoseira abies-marina* como abono orgánico. Cultivo y operaciones aplicadas a las algas. *Horticultura* 41: 25-37.
- DRAISMA, S.G.A., E. BALLESTEROS, F. ROUSSEAU & T. THIBAUT (2010). DNA sequence data demonstrate the polyphyly of the genus *Cystoseira* and other Sargassaceae genera (Phaeophyceae). *J. Phycol.* 46: 1329-1345.
- ELEJABEITIA, Y. & J. AFONSO-CARRILLO (1994). Observaciones sobre la zonación de las algas en Punta Hidalgo, Tenerife (Islas Canarias). *Est. Canar.* 38: 15-23.
- FEEHAN, C.J. & R.E. SCHEIBLING (2014). Effects of sea urchin disease on coastal marine ecosystems. *Mar. Biol.* 161: 1467-1485.
- FEEHAN, C. J., R.E. SCHEIBLING, M.S. BROWN & K.R. THOMPSON (2016). Marine epizootics linked to storms: Mechanisms of pathogen introduction and persistence inferred from coupled physical and biological time-series. *Limno. Oceanogr.* 61: 316-329.
- FOSLIE, M. (1905). New lithothamnina and systematical remarks. *Det Kong. Norske Vidensk. Selsk. Skr.* 1905(5): 1-9.
- FOSLIE, M. (1906). Den botaniske samling [The botanical collection]. *Det Kong. Norske Vidensk. Selsk. Skr. Aarsb.* 1905: 17-24.
- GIL-RODRÍGUEZ, M.C., J. AFONSO-CARRILLO, M. SANSÓN, M. CHACANA, J. REYES & W. WILDPRET (1990). Embriogénesis en *Cystoseira abies-marina* (Gmelin) C. Agardh (Phaeophyta): importancia biosistemática. *Act. Simp. Int. Bot. P. Font i Quer 1988*. Vol 1. Criptogàmia: 123-127.
- GMELIN, S.G. (1768). *Historia fucorum*. pp. [i-xii], [i]-239, [i]-6 expl. tab., 35 pls [IA, IB, IIA, IIB, III-XXXIII]. Petropoli [St. Petersburg].
- GONZÁLEZ-DELGADO, S. & J.C. HERNÁNDEZ (2018). The importance of natural acidified systems in the study of ocean acidification: What have we learned? *Adv. Mar. Biol.* 80: 57-99.
- GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, M.R. & J. AFONSO-CARRILLO (1990). Estudio fenológico de las especies del género *Cystoseira* (Phaeophyta, Fucales) en Punta del Hidalgo (Tenerife). *Vieraea* 18: 205-234.

- HALL-SPENCER, J.M. Y B.P. HARVEY (2019). Ocean acidification impacts on coastal ecosystem services due to habitat degradation. *Emerg. Top. Life Sci.* 3: 197-206.
- HAROUN, R.J., M.C. GIL-RODRÍGUEZ, J. DÍAZ DE CASTRO, J. & W.F. PRUD'HOMME VAN REINE (2002). A checklist of the marine plants from the Canary Islands (central eastern Atlantic Ocean). *Bot. Mar.* 45: 139-169.
- HERNÁNDEZ, C.A., C. SANGIL, A. FANAI & J.C. HERNÁNDEZ (2018). Macroalgal response to a warmer ocean with higher CO₂ concentration. *Mar. Environ. Res.* 136: 99-105.
- HERNÁNDEZ, C.A., C. SANGIL & J.C. HERNÁNDEZ (2016). A new CO₂ vent for the study of ocean acidification in the Atlantic. *Mar. Poll. Bull.* 109: 419-426.
- HERNÁNDEZ, J.C., C. SANGIL, C. & J. LORENZO-MORALES (2020). Uncommon southwest swells trigger sea urchin disease outbreaks in Eastern Atlantic archipelagos. *Ecol. Evol.* 10: 7963-7970.
- HERNÁNDEZ-KANTUN, J.J., P.W. GABRIELSON, J.R. HUGHEY *et al.* (2016). Reassessment of branched *Lithophyllum* spp. (Corallinales, Rhodophyta) in the Caribbean Sea with global implications. *Phycologia* 55: 609-635.
- JOHANSEN, H.W. (1981). *Coralline Algae, A First Synthesis*. 239 pp. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- JOHNSTON, C.S. (1969). Studies on the ecology and primary production of Canary Island marine algae. *Proc. Int. Seaweed Symp.* 6: 213-222.
- LAWSON, G.W. & T.A. NORTON (1971). Some observations on littoral and sublittoral zonation at Tenerife (Canary Isle). *Bot. Mar.* 14: 116-120.
- LEE, H.W. & M.S. KIM (2019). Female reproductive structures define the novel genus, *Nesoia* (Halymeniaceae, Rhodophyta). *Eur. J. Phycol.* 54: 66-77.
- LEMOINE, M. [MME P.] (1929). Melobesiaceae. *Det Kong. Norske Vidensk. Selsk. Biol. Medd.* 8(1): 19-68.
- MACHADO, A. & M. MORERA (2005). *Nombres comunes de las plantas y de los animales de Canarias*. Academia Canaria de la Lengua. Islas Canarias 280 pp.
- MARTEL, R. (2017). El buceo en el Valle de La Orotava. En Afonso-Carrillo, J. (Ed.), *Investigando el mar: viaje al planeta agua*, pp. 105-149. Actas XII Semana Científica Telesforo Bravo. Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias. Puerto de la Cruz.
- MARTÍNEZ, B., J. AFONSO-CARRILLO, R. ANADÓN *et al.* (2015). Regresión de las algas marinas en la costa atlántica de la Península Ibérica y en las islas Canarias por efecto del cambio climático. *Algas* 49: 5-12.
- MEDINA M. & R. HAROUN (1993). Preliminary study on the dynamics of *Cystoseira abies-marina* population in Tenerife (Canary Island). *Cour. Forsch. Senck.* 159: 109-112.
- MEDINA M. & R. HAROUN (1994). Dinámica regresiva de una pradera submareal de *Cystoseira abies-marina* (Cystoseiraceae, Phaeophyta) en la isla de Tenerife. *Vieraea* 23: 65-71.
- MOLINARI NOVOA, E.A. & M.D. GUIRY (2020). Reinstatement of the genera *Gongolaria* Boehmer and *Ericaria* Stackhouse (Sargassaceae, Phaeophyceae). *Notulae Algarum* 172: 1-10.

- MONTAGNE, J.F.C. (1840). Plantes cellulaires. In P. Barker-Webb & S. Berthelot, *Histoire Naturelle des Iles Canaries*, ...3(2), Phytographia Canariensis, Sectio ultima 3(2): 208 pp.
- O'CALLAHAN-GORDO, C & J.M. ANTÓ (2020). COVID-19: The disease of the Anthropocene. *Environ. Res.* 187: 109683.
- ORELLANA, S., HERNÁNDEZ, M. & SANSÓN, M. (2019). Diversity of *Cystoseira sensu lato* (Fucales, Phaeophyceae) in the eastern Atlantic and Mediterranean based on morphological and DNA evidence, including *Carpodesmia* gen. emend. and *Treptacantha* gen. emend. *Eur. J. Phycol.* 54: 447-465.
- OTERO-SCHMITT, J. (1995). Comunidades bentónicas marinas de las islas de Sal, San Vicente, Santiago, Fogo y Brava (Islas Cabo Verde). *Vieraea* 24: 1-11.
- PARDO, C., I. BARBARA, R. BARREIRO & V. PEÑA (2017). Insights into species diversity of associated crustose coralline algae (Corallinophycidae, Rhodophyta) with Atlantic European maerl beds using DNA barcoding. *An. Jard. Bot. Madrid* 72:e059.
- PARDO, C., M.L. GUILLEMIN, V. PEÑA, I. BÁRBARA, M. VALERO & R. BARREIRO (2019). Local coastal configuration rather than latitudinal gradient shape clonal diversity and genetic structure of *Phymatolithon calcareum* maerl beds in North European Atlantic. *Front. Mar. Sci.* 6:149.
- PEÑA, V., C. VIEIRA, J. BRAGA, J. AGUIRRE, A. RÖSLER, G. BAELE, O. DE CLERCK & L. LE GALL (2020). Radiation of the coralline red algae (Corallinophycidae, Rhodophyta) crown group as inferred from a multilocus time-calibrated phylogeny. *Mol. Phylog. Evol.* 150: 106845
- PICCONE, A. (1884). Crociera del Corsaro alle Isole Madera e Canarie del Capitano Enrico d'Albertis. *Alphe.* 60 p.
- PINEDO, S. & J. AFONSO-CARRILLO (1994). Distribución y zonación de las algas marinas bentónicas en Puerto de la Cruz, Tenerife (Islas Canarias). *Vieraea* 23: 109-123.
- PRUDHOMME, W., R.J. HAROUN & P.A.J. AUDIFFRED (1994). A reinvestigation of Macaronesian seaweeds as studied by A. Piccone with remarks on those studied by A. Grunow. *Nova Hedwigia* 58 (1-2): 67-121.
- PYPER, W. (2006). Emulating nature: The rise of industrial ecology. *Ecos* 129: 22-26.
- REAL HARDISSON, F. (1987). Contenido de nitrógeno, fósforo y potasio en el alga *Cystoseira abies-marina*. *Alimentaria* 9: 93-95.
- REYES, J., O. OCAÑA, M. SANSÓN & A. BRITO (2000). Descripción de las comunidades bentónicas infralitorales de la Reserva Marina de la Graciosa e islotes al norte de Lanzarote (islas Canarias). *Vieraea* 28: 137-154.
- RICHARDS, J.L., P.W. GABRIELSON, J.R. HUGHEY & D.W. FRESHWATER (2018). A re-evaluation of subtidal *Lithophyllum* species (Corallinales, Rhodophyta) from North Carolina, USA, and the proposal of *L. searlesii* sp. nov. *Phycologia* 57: 318-330.
- RODRÍGUEZ, M., Ó. PÉREZ, Ó. MONTERROSO *et al.* (2008b). Estudio de la distribución y tamaño de población de la especie *Gelidium canariense* (Grunow) Seoane Camba ex Haroun, Gil-Rodríguez, Díaz de Castro & Prud'homme van Reine, 2002 en Canarias. CIMA. Informe Técnico 31.

- RODRÍGUEZ, M., Ó. PÉREZ, E. RAMOS *et al.* (2008a). Estudio de la distribución y tamaño de población de la especie *Cystoseira abies-marina* (S.G. Gmelin) C. Agardh, 1820 en Canarias. CIMA. Informe Técnico 29.
- RODRÍGUEZ-PRIETO, C., J. AFONSO-CARRILLO, O. DE CLERCK, J.M. HUISMAN & S.M. LIN (2020). Systematic revision of the foliose Halymeniaceae (Halymeniales, Rhodophyta) from Europe, with the description of *Halymenia ballesterosii* sp. nov. from the Mediterranean Sea and *Nesoia hommersandii* from the Canary Islands. *Eur. J. Phycol.* 55: 454-466.
- RODRÍGUEZ-PRIETO, C., E. BALLESTEROS, F. BOISSET & J. AFONSO-CARRILLO (2013). *Guía de las macroalgas y fanerógamas marinas del Mediterráneo occidental*. Ediciones Omega, S.A., Barcelona.
- RODRÍGUEZ-PRIETO, C., O. DE CLERCK, J.M. HUISMAN & S.M. LIN (2018). Systematics of the red algal genus *Halymenia* (Halymeniaceae, Rhodophyta). 1. Characterization of the generitype *H. floresii* and description of *Neofolia rosea* gen. & sp. nov. *Eur. J. Phycol.* 53: 520-536.
- RODRÍGUEZ-PRIETO, C., O. DE CLERCK, J.M. HUISMAN & S.M. LIN (2019). Characterisation of *Nesoia latifolia* (Halymeniaceae, Rhodophyta) from Europe with emphasis on cystocarp development and description of *Nesoia mediterranea* sp. nov. *Phycologia* 58: 393-404.
- SANGIL, C., M. SANSÓN & J. AFONSO-CARRILLO (2004). Zonación del fitobentos en el litoral nordeste y este de La Palma (islas Canarias). *Rev. Acad. Canar. Cienc.* 3-4: 279-300.
- SANGIL, C., M. SANSÓN & J. AFONSO-CARRILLO (2011a). Spatial variation patterns of subtidal seaweed assemblages along a subtropical oceanic archipelago: thermal gradient vs. herbivore pressure. *Estuar. Coast. Shelf. Sc.* 94: 322-333.
- SANGIL, C., M. SANSÓN & J. AFONSO-CARRILLO (2011b). La vegetación sublitoral de sustratos rocosos en El Hierro (islas Canarias): relación entre variables ambientales y estructura de las comunidades de macroalgas. *Vieraea* 39: 167-182.
- SANGIL, C., M. SANSÓN, S. CLEMENTE, J. AFONSO-CARRILLO & J.C. HERNÁNDEZ (2014a). Contrasting the species abundance, species density and diversity of seaweed assemblages in alternative states: Urchin density as a driver of biotic homogenization. *J. Sea Res.* 85: 92-103.
- SANGIL, C., M. SANSÓN, T. DÍAZ-VILLA, J.C. HERNÁNDEZ, S. CLEMENTE & J. AFONSO-CARRILLO (2014b). Spatial variability, structure and composition of crustose algal communities in *Diadema africanum* barrens. *Helgol. Mar. Res.* 68: 451-464.
- SANSÓN, M., L. MARTÍN-GARCÍA, N. RANCEL, C. SANGIL, J. REYES, A. BRITO, J. AFONSO-CARRILLO & J. BARQUÍN-DIEZ (2017). Análisis de distribución histórica y distribución actual de las especies *Cystoseira abies-marina*, *C. tamariscifolia* y *C. mauritanica* en la provincia occidental canaria para la toma de decisiones en la elaboración de sus planes de recuperación. Universidad de La Laguna-Gobierno de Canarias.
- SANSÓN, M., C. SANGIL, S. ORELLANA & J. AFONSO-CARRILLO (2013). Do the size shifts of marine macroalgae match the warming trends in the Canary Islands? Libro Resúm. XIX Simp. Bot. Criptog. p. 104.

- SAUVAGEAU, C. (1912). A propos de *Cystoseira* de Banyuls et de Guéthary. *Bull. St. Biol. D'Arcachon* 14: 133-556.
- SCHEIBLING, R.E., C.J. FEEHAN & J.S. LAUZON-GUAY (2013). Climate change, disease and the dynamics of a kelp-bed eco-system in Nova Scotia. In J.M. Fernández-Palacios *et al.* (Eds.), *Climate change: Perspectives from the Atlantic: Past, present and future* (pp. 41–81). Tenerife, Spain: Servicio de Publicaciones de la Universidad de La Laguna.
- SEOANE-CAMBA, J. (1979). Sobre algunas gelidiáceas nuevas o poco conocidas de las costas españolas. *Acta Bot. Malac.* 5: 99-112.
- SHREEDHAR, G. & S. MOURATO (2020). Linking human destruction of nature to COVID-19 increases support for wildlife conservation policies. *Environ. Res. Econ.* 76: 963-999.
- SUSINI M.L., T. THIBAUT, A. MEINESZ *et al.* (2007). A preliminary study of genetic diversity in *Cystoseira amentacea* (C. Agardh) Bory var. *stricta* Montagne (Fucales, Phaeophyceae) using random amplified polymorphic DNA. *Phycologia* 46: 605-611.
- VALDAZO, J., M.A. VIERA-RODRÍGUEZ, F. ESPINO, R. HAROUN & F. TUYA (2017). Massive decline of *Cystoseira abies-marina* forests in Gran Canaria Island (Canary Islands, eastern Atlantic). *Sci. Mar.* 81: 499-507.
- VICKERS, A. (1896). Contributions a la flora algologique des Canaries. *Ann. Sc. Nat., Bot.* 4: 293-306.
- VIDAL, J. (2020) Destruction of habitat and loss of biodiversity are creating the perfect conditions for diseases like COVID-19. ENSIA
- WILDPRET, W., M.C. GIL-RODRÍGUEZ & J. AFONSO-CARRILLO (1987). Cartografía de los campos de algas y praderas de fanerógamas marinas del piso infralitoral del Archipiélago Canario. Consejería de Agricultura y Pesca del Gobierno de Canarias.
- WILKINSON, D.A., J.C. MARSHALL, N. FRENCH & D.T.S. HAYMAN (2018). Habitat fragmentation, biodiversity loss and the risk of novel infectious emergence. *J.R. Soc. Interface* 15: 20180403.

3. Respeta la Tierra, honra la Cultura, deja las rocas en su lugar adecuado. #Pasasinhuela

Jaime Coello Bravo

*Director de la Fundación Canaria Telesforo Bravo – Juan Coello.
Coordinador de #Pasasinhuela.*

Superpoblación, hábitos inadecuados y el exceso de consumo, son los factores que nos hacen vulnerables a la COVID-19 y a futuras enfermedades víricas. La actual crisis sanitaria, no es más que una manifestación más de la crisis ambiental-social que la ha propiciado. A medida que destruimos ecosistemas dejamos a los animales sin hábitat y los obligamos a vivir cerca de nosotros, con lo que se incrementa la probabilidad de que uno de sus virus pase al ser humano. Si no nos tomamos en serio y limitamos la depredación del medio natural, del que los habitantes de los países desarrollados somos responsables en mayor o menor grado, volveremos pronto a vivir otro episodio dramático como el actual.

En este contexto, dedicar esfuerzos a analizar y prevenir determinados comportamientos que provocan daños ambientales a pequeña escala cuando se realizan aisladamente, puede parecer una frivolidad, pero cuando se repiten por efecto de la imitación pueden generar un impacto grave y a gran escala. El hombre debe recuperar el equilibrio con el entorno natural en el que habita y con los seres vivos con los que comparte su existencia.

Si un campesino mayorero del siglo XVII, XVIII o XIX viera a qué se dedican ahora los llanos que tanto le costó cultivar, probablemente no estaría

contenido. Lanzarote y Fuerteventura sufrieron frecuentes hambrunas en el pasado que llevaron a una parte importante de su población emigrar a otras Islas. El suelo tenía la función básica de producir alimentos, pero lamentablemente, ese mismo sustrato se dedica ahora a otras ocupaciones que incluyen la realización de símbolos, nombres, fechas, ... (Fig. 1).



Fig. 1. Montaña del Frontón, La Oliva (Fuerteventura) y delante una espiral de rocas.

Esta historia tiene que ver con el amor. Pero no el que lleva a alguien a hacer un corazón con rocas, incluso traídas de muy lejos en un lugar remoto de Lanzarote, en plena naturaleza. Tampoco el que inspiró a alguien a escribir la palabra «Love» en un cono de picón negro en El Hierro. Me refiero al amor por el planeta Tierra, que tiene una historia que empezó aproximadamente hace 4.500 millones de años; amor por nuestras pequeñas y frágiles Islas, el Archipiélago Canario.

El contexto

Antes de disertar sobre el fondo del asunto resulta fundamental definir determinados conceptos y establecer el contexto establecido por la situación

ambiental global, aspectos importantes para entender las conductas y las consecuencias a las que nos vamos a referir a continuación.

El Antropoceno

En el seno de la comunidad científica, han surgido cada vez más voces y estudios que proponen que la edad geológica en que nos encontramos, ya no es el holoceno, que comenzó hace unos 12.000 años al final de la última glaciación y que según estas tesis, debe darse por terminada, porque estamos en una nueva era que sugieren que se llame Antropoceno (del griego «anthropos», humano en nuestra lengua, y «cene», que significa nuevo o reciente).

El primer científico en utilizar este término fue el premio Nobel de química neerlandés, Paul Crutzen en el año 2000. Su intención al acuñarlo, fue que la denominación de la edad geológica vigente, debía reflejar el impacto del ser humano sobre el planeta Tierra.

Posteriormente, diversos estudiosos han aportado pruebas de la realidad de esta aseveración. La presencia de isótopos radioactivos en toda la superficie de la tierra, la modificación a gran escala del relieve de este planeta a través de la construcción de grandes infraestructuras, urbanización y minería intensiva y los tecnofósiles o tecnoestratos, con presencia masiva de materiales y compuestos que no se dan en la naturaleza o son muy escasos, como el hierro sin combinar o combinado en aleaciones claramente artificiales, el aluminio, el titanio, el vanadio o el molibdeno, el carburo de wolframio, el nitruro de boro, numerosos nanomateriales y gran cantidad de plásticos, cristales y cerámicas modernas que cerca de las áreas pobladas, se van incorporando al sustrato geológico en cantidades ingentes; sin que quede prácticamente ningún lugar sobre la superficie del globo terráqueo, incluso los más remotos, donde no haya al menos una pequeña cantidad. Todos estos factores, son a juicio de una corriente científica cada vez más numerosa, elementos suficientes para darle la bienvenida o más bien lamentarnos de la llegada de esta nueva era.

Según algunas opiniones habría que señalar su inicio en la irrupción de la agricultura y de la domesticación de animales, hace 10.000 años. Otros lo señalan en la revolución industrial a mediados del siglo XVIII. Finalmente hay quien señala su inicio a partir de la década de los 40 y 50 del siglo XX, cuando la detonación de bombas nucleares provocó la aparición de isótopos radioactivos en toda la superficie de la tierra.

Un ejemplo de esto es la cantera de mármol de Carrara, en la provincia italiana de la Toscana, donde comenzaron las extracciones hace más de 2.000 años y que si sigue el ritmo de explotación actual, que se ha incrementado

desde las 100.000 toneladas al día en la década de los 20 del siglo XX, al millón actual, simplemente se agotará y desaparecerá por completo (Fig. 2).



Fig. 2. Cantera de mármol de Carrara. Documental «Anthropocen: The Human Epoc»

Otro ejemplo lo encontramos en el depósito Antropoceno de la playa del Fraile (Fig. 3), en Buenavista del Norte, donde estratos de botellas, juguetes, ropas, etc. que en su día integraron el vertedero municipal, fueron sellados con la ejecución de un proyecto de sendero costero que lo cubre. Actualmente, el depósito está siendo socavado por la acción del mar y los residuos y el material que los contiene, están siendo arrastrados por el mar hasta las cercanas costas del Parque Rural de Teno.



Fig. 3. Depósito antropocénico de la Playa del Fraile, Buenavista (Tenerife).

Para los amigos de la ciencia ficción, algunas de estas acciones se asemejarían a un término acuñado por este género: «terraformación» que consiste en el acondicionamiento de un planeta distinto al nuestro para permitir la vida humana. Lo que sucede es que muchas de ellas no son de acondicionamiento, sino de destrucción, lo que está provocando un rápido deterioro del lugar donde vivimos.

En este sentido, en 1993, zoólogos de la Sociedad para la Conservación de la Naturaleza (WCS) crearon el primer mapa de la huella humana sobre el planeta. Pretendían medir el impacto de las acciones humanas sobre la naturaleza con una serie de variables como el avance de las ciudades, la conversión de bosques y selvas en tierras de cultivo o pastizales, la expansión de las infraestructuras, como carreteras y ferrocarriles, la apertura de rutas navegables, la contaminación lumínica o la densidad de población.

En aquel primer mapa (punto de partida) casi un tercio de la superficie terrestre excluida la Antártida, apenas había sufrido la incursión humana. Sin embargo, las cosas han ido a peor rápidamente. En la actualidad, un 75% de la superficie de la Tierra, fuera de los Polos, ha sido alterada por del hombre.

Por otra parte, la población no para de crecer habiendo alcanzado ya, los 7.800 millones de personas. La ONU prevé que en 2050, el número total sea de 9.000 millones.

En palabras de algunos científicos, hemos entrado en el Antropoceno porque el ser humano ha empujado al planeta, más allá de sus límites.

Cambio climático / calentamiento global / emergencia climática

Los gases de efecto invernadero (GEI) se producen de forma natural y son esenciales para la supervivencia de los seres humanos y de millones de otros seres vivos ya que al impedir que parte del calor del sol se propague hacia el espacio, hacen de la Tierra un lugar habitable. Sin embargo, también se producen por la acción humana y después de más de un siglo y medio de revolución industrial, deforestación y agricultura a gran escala, las cantidades de gases de efecto invernadero en la atmósfera han alcanzado niveles nunca detectados en los últimos tres millones de años. A medida que la población, las economías y el nivel de vida –con el asociado incremento del consumo– crecen, también lo hace el nivel acumulado de emisiones de ese tipo de gases.

Existen tres fenómenos en que los científicos hacen hincapié y que son de enorme utilidad para entender mejor la raíz y la escala del problema:

- La concentración de GEI en la atmósfera terrestre está directamente relacionada con la temperatura media mundial de la Tierra, de manera que, a más concentración, mayor temperatura.

- Esta concentración ha ido aumentando progresivamente desde la revolución industrial y, con ella, la temperatura del planeta.
- El GEI más abundante, alrededor de dos tercios del total, es el dióxido de carbono (CO₂) que resulta de la quema de combustibles fósiles.

Con el objetivo de proporcionar una fuente objetiva de información científica acerca del calentamiento global, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y la división de Medio Ambiente de la ONU, crearon el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, como se conoce por sus siglas en inglés).

En su informe de 2021, titulado «Cambio Climático 2021: Bases físicas», el IPCC afirma que el calentamiento global es generalizado, avanza con rapidez y se intensifica. También subraya la urgencia de reducir de forma sustancial, rápida y sostenida las emisiones de gases de efecto invernadero.

En este trabajo, el IPCC concluye que se están produciendo cambios en el clima de la Tierra en todas las regiones y en el sistema climático en su conjunto. Muchos de los cambios observados no tienen precedentes no ya en miles, sino en cientos de miles de años, y algunas de las transformaciones que ya están sucediendo, como el aumento continuo del nivel del mar, no se podrán revertir hasta dentro de varios siglos o milenios.

El informe también deja claro que la influencia de la actividad humana en el sistema climático es indiscutible, a la vez que pone de manifiesto que las medidas que se pongan en marcha pueden todavía determinar el curso futuro del clima y apunta a la reducción sustancial y sostenida de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y otros gases de efecto invernadero para frenar la contaminación atmosférica, con beneficios inmediatos para la salud y estabilizar la temperatura media mundial en el plazo de dos o tres décadas.

Este documento, aprobado por 195 gobiernos, ofrece por primera vez un análisis detallado del cambio climático a nivel regional, así como un nuevo marco que ayuda a interpretar lo que suponen para la sociedad y los ecosistemas las manifestaciones físicas del cambio climático (calor, frío, lluvias, sequías, nieve, viento, inundaciones costeras, etc.).

También concluye que como consecuencia de las emisiones descontroladas procedentes de las actividades humanas, la temperatura ya ha subido aproximadamente 1,1 °C desde la primera fase de la revolución industrial o época preindustrial (1850-1900). Según apunta el IPCC, esta tendencia no se frenará: se espera que durante los próximos 20 años, la temperatura global alcance o supere los 1,5 °C de calentamiento (solo faltan 0,4 °C).

Con grado y medio más, aumentarán las olas de calor, se alargarán las estaciones calurosas y se acortarán las frías. Con 2 °C, en cambio, los

extremos de calor alcanzarán con más frecuencia los umbrales críticos de tolerancia para la agricultura y la salud, avisa el IPCC.

Pero hay escenarios peores. El informe prevé la posibilidad de que en caso de que se mantengan muy altas las emisiones, en el 2100 la temperatura pueda subir hasta 4,4 °C, lo que provocaría que las condiciones de vida del ser humano en la tierra, fueran extremas y extremadamente complejas.

Todos estos datos han llevado al secretario general de la ONU, António Guterres a emitir una «alerta roja para la humanidad» y a reclamar medidas inmediatas. Si no se toman, el político portugués avisa de una «catástrofe climática» con terribles consecuencias para el hombre.

La COVID-19

Resulta inevitable hablar también de la COVID-19, que ha irrumpido con fuerza en nuestras vidas y que las ha afectado severamente.

En 2012, David Quammen (Fig. 4), divulgador científico, publicó «Derrame. Las infecciones animales y la próxima pandemia humana». Para escribir ese libro, se reunió durante años con médicos, epidemiólogos, virólogos, expertos en enfermedades infecciosas, quienes le advirtieron que los humanos enfrentaban la amenaza de una pandemia producida por un virus.

Su investigación mostró que ese nuevo virus posiblemente vendría de un murciélago, que sería quizás un coronavirus y que el contagio podría comenzar en uno de los mercados húmedos como los que hay en China. No fue un visionario ni un profeta, simplemente escuchó a los científicos.



Fig. 4. David Quammen.

En el origen del problema situó las agresiones humanas al mundo natural, extrayendo recursos de forma ilimitada.

A medida que extraemos recursos, atraemos virus hacia nosotros, porque el mundo natural está lleno de virus. Todos los animales salvajes, son portadores de virus.

El alcance de nuestro impacto en el medio refleja el tamaño de nuestra población y la escala de nuestro consumo, y en este momento no veo ninguna medida seria para que eso cambie.

Pero Quammen, aun cree en la fuerza del diálogo y la divulgación para conseguir cambios importantes. Sin embargo, no es un problema de fácil solución ya que extraemos muchos recursos del mundo natural, incluido el mineral coltán, que es necesario para los teléfonos móviles, la electrónica, las computadoras, de los que todos somos usuarios (Fig. 5).

El coltán se extrae en solo unos pocos lugares, como el Este de la República Democrática del Congo en áreas forestales donde los mineros, hombres y mujeres que trabajan para nosotros necesitan proteínas, por lo que comen animales salvajes, así que tenemos una parte de responsabilidad.

A medida que destruimos ecosistemas y extraemos madera, coltán u otros recursos naturales, dejamos a los animales sin hábitat y se ven obligados a vivir cerca de nosotros con lo que la probabilidad de que uno de sus virus, pase al ser humano, se incrementa.

Es la superpoblación, los hábitos y el exceso de consumo, lo que nos hace vulnerables a esta y a futuras enfermedades víricas. O redefinimos este sistema económico insostenible o sufriremos de forma más frecuente pandemias como la COVID-19.

Por lo tanto, es imposible disociar esta crisis sanitaria, de la crisis ambiental-social en la que se desarrolla, porque la primera no es más que una manifestación de la segunda.

Si no nos tomamos en serio y limitamos esa depredación de los recursos naturales, de las que todos somos responsables en mayor o menor grado en el denominado «primer mundo» y sus consecuencias sociales y ambientales, como el calentamiento global, no podemos más que esperar que muy pronto volveremos a vivir otro episodio dramático.

La pregunta no es si enfrentaremos una nueva amenaza de pandemia, la pregunta es cuándo, dice Quammen.

En este sentido, recientemente María Neira, directora de salud pública y medio ambiente de la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha afirmado que el 70% de los últimos brotes epidémicos ha comenzado con la deforestación. Virus como el ébola, el SARS y el VIH, y también el SARS-

Cov-2 han saltado de los animales a los humanos después de la destrucción masiva de selvas y bosques tropicales.



Fig. 5. Residuos de móviles.

Los comportamientos

En este contexto, podría parecer que dedicar esfuerzos a analizar y prevenir determinados comportamientos que provocan daños ambientales a pequeña escala cuando se realizan aisladamente, puede ser una pérdida de tiempo o una frivolidad, pero nada más lejos de la realidad: cuando se repiten o acumulan por efecto de la copia o imitación pueden generar un impacto grave y a gran escala que se suma a los ya expuestos y su comisión es un síntoma más de una disfunción o trastorno que aqueja a la especie humana: la progresiva disociación del entorno natural en el que desarrollan su existencia y de los seres con los que comparte trayectoria vital.

Rock stacking o apilamiento de piedras

• El apilamiento de rocas en el lenguaje

Debido a que se trata de un fenómeno relativamente reciente, es difícil encontrar una definición en los principales diccionarios. Como muchas de las modas actuales, su origen se encuentra, en el mundo anglosajón y en particular en Estados Unidos de América. La Wikipedia fue una de las primeras fuentes en ofrecer una definición. El «Rock stacking», «Stone stacking», «Rock balancing», o «Stone balancing» (apilamiento de rocas) es un arte, pasatiempo o forma de vandalismo en el que las rocas se equilibran naturalmente unas sobre otras en varias posiciones sin el uso de adhesivos,

cables, soportes, anillos o cualquier otro artilugio que ayude a mantener el equilibrio de la construcción. La cantidad torres de rocas creadas de esta manera en áreas naturales ha comenzado recientemente a preocupar a los conservacionistas porque pueden desorientar a los senderistas, exponer el suelo a la erosión, antropizan el paisaje natural y no tienen ninguna finalidad práctica.

Tanto el término vandalismo, como la última parte relativa a la preocupación de los conservacionistas, fueron introducidos recientemente y suponen una muestra de la alerta sobre esta costumbre, emitida por parte de la Ciencia y entidades conservacionistas de todo el mundo que han estudiado y previenen sobre sus negativos efectos.

El diccionario «Collins», uno de los más consultados en lengua inglesa incluye «Rock Stacking» (apilamiento de piedras) como sugerencia de una nueva palabra y lo define como un arte en el que las piedras se equilibran unas sobre otras en varias posiciones sin el uso de adhesivos, soportes, etc.

Además, ofrece una información adicional:

Hacer una bonita pila de rocas en la playa parece una buena forma de pasar una tarde soleada. Pero está habiendo una reacción contra el arte de apilar piedras. Los seres humanos han dejado su huella a través de montículos de rocas y monumentos durante siglos. Ahora, los críticos dicen que la construcción de otros nuevos estropea entornos prístinos y podría ser una amenaza para la vida silvestre. Los partidarios señalan que los beneficios para la salud superan con creces cualquier daño.

• La espiritualidad y la practicidad

El apilamiento de rocas ha tenido desde su inicio una relación con la espiritualidad. Se trata de una práctica con simbolismo en el Budismo Zen. Según algunas fuentes, los montones representan el desorden exterior en el orden interior. Las piedras son las experiencias, la costumbre de apilarlas son cada una de las personas que la practican.

Sin embargo, la confusión cultural, llevó a agasajar a monjes tibetanos de visita a Lanzarote, para los que esta costumbre no significa nada con torres de rocas en la playa del Golfo (Fig. 6).

El trabajo del ser humano con las rocas es tan antiguo como la propia humanidad. Desde el megalitismo europeo, hasta los moais de la isla de Pascua y las pirámides de Egipto, siempre persiguiendo finalidades espirituales, pero al mismo tiempo prácticas. Al carecer del «Logos» (Ciencia), se ven obligados a explicar los fenómenos naturales y a intentar conseguir determinados objetivos a través de manifestaciones rituales.



Fig. 6. Monje budista tibetano en la playa de El Golfo (Lanzarote).

Un ejemplo de esto es el «*cairn*», palabra de origen gaélico que significa «montículo de piedras construido como monumento o hito», que proviene de la cultura celta de Escocia e Irlanda y que posteriormente fue llevado a Norteamérica. Además de tener una finalidad religiosa, los *cairns* servían para marcar linderos, señalar el lugar de enterramiento de alguna figura relevante o un cruce de caminos (Fig. 7).

Otro es la «apacheta», (del quechua y aimara: apachita) que es un montículo de piedras colocadas en forma cónica una sobre otra, como ofrenda realizada por los pueblos indígenas de los Andes, a la Pachamama (diosa de la Tierra, Madre Tierra) y/o deidades del lugar, en los puntos elevados de los caminos.

En Canarias encontramos manifestaciones de formaciones hechas con rocas, como los majanos (Fig. 8), que son pirámides de rocas, con la finalidad de agrupar y ordenar las resultantes de despedregar los campos fértiles para poder meter el arado, crear un punto elevado o atalaya desde el que se pudiera vigilar amplias zonas del territorio o secar higos. Sin embargo, algunos autores afirman que se trata de construcciones de los antiguos pobladores del Archipiélago, con finalidad ritual.

También se han transformado amplias zonas del territorio con la construcción de muros de piedra seca configurando paisajes de gran valor estético como el de La Geria de Lanzarote, con una clara finalidad de protección de las especies vegetales productivas agrícolas, como la vid o las higueras. Otros ejemplos, son los paisajes de muros de piedra seca en La Gomera, construidos en las laderas para evitar la erosión y salvar la pendiente o las gambuesas de Fuerteventura para estabular al ganado caprino y ovino.



Fig. 7. Cairn (Escocia).



Fig. 8. Majano. Pirámides de Güímar (Tenerife).

Pero sin duda, el amontonamiento de rocas más extendido a nivel global es el mojón. Se trata de un apilamiento de un número limitado de rocas para señalar una ruta o camino. En territorios extensos donde hay que recorrer grandes distancias, estos hitos pueden señalar la diferencia entre la vida y la muerte. Por eso, en Estados Unidos, el servicio de Parques Nacionales ha creado una normativa específica que prohíbe manipular los mojones, construir mojones no autorizados o agregar más a los ya existentes. Solo pueden levantarlos o intervenir en ellos, el personal de esos Parques (Fig. 9).



Fig. 9. National Park Service. Neal Herbert (USA).

• El amontonamiento de rocas sin sentido

Una de estas manifestaciones que tiene cierta tradición en Canarias son los corralitos. Se trata de muretes de piedra de forma circular creados con la finalidad principal de protegerse del viento, mientras se disfruta de un día de playa. Son cada vez más frecuentes en Fuerteventura y Lanzarote y tienen cierta presencia en el Sur de Gran Canaria y Tenerife. Sin embargo, si una persona se propone visitar Alaska, debe saber que lo más normal es que haga frío y por lo tanto hay que llevar abrigo. Si alguien pretende ir a Fuerteventura debe saber que previsiblemente habrá viento. Si en Alaska no debemos provocar un incendio forestal para que haya más calor, tampoco aquí deberíamos apilar toneladas de rocas para que no nos afecte el viento mientras nos tumbamos al sol. Es absurdo modificar la naturaleza y alterar el hábitat de muchas especies animales y vegetales solo para estar más cómodos durante unas horas.

Por otra parte, el apilamiento de rocas, se ha convertido en un problema global ligado al turismo con manifestaciones masivas en Petra (Jordania) y

Cinque Terre en Liguria (Italia), ambas Patrimonio de la Humanidad, el Yunque en Noruega, las islas Orcadas en Escocia, Hawai en Estados Unidos, Aruba en el Caribe, el estado de Victoria en Australia, los Dolomitas italianos, Costa Rica, etc.. Volcanes como Vulcano y Etna en Italia, Fogo en Cabo Verde, Montaña Roja en Lanzarote, el Parque Nacional del Teide en Tenerife, Todos esos lugares, sufren una fuerte presión turística.

El fenómeno no consiste únicamente en apilar rocas o hacer símbolos, fechas o nombres con ellas, también incluye grabar en rocas o suelos, inscripciones con fechas, siluetas, caras, nombres o pintar en esos sustratos.

• La reacción intelectual

Una de las primeras personas en denunciar esta nueva costumbre fue la escritora Robyn Martin en un artículo titulado «Stop the rock-stacking» publicado en julio de 2015, en la revista «High Country News», un medio de comunicación sin ánimo de lucro, financiado por los lectores, que informa sobre el Oeste de Estados Unidos (Fig.10).



Fig. 10. The multiplying rock stacks. Robyn Martin.

Estas pilas no son verdaderos mojones, el término oficial para rocas apiladas deliberadamente. Los pueblos indígenas de los Estados Unidos a menudo usaban mojones para cubrir y enterrar a sus muertos. Aquellos de nosotros a los que nos gusta caminar por áreas silvestres, nos alegra ver un mojón ocasional, siempre que indique el camino correcto a seguir en cruces que se puedan prestar a confusión, en el campo.

Los montones de piedras tienen sus usos, pero los muchos montones de rocas que veo en nuestros espacios públicos son cada vez más problemáticos. Primero, si están ubicados en un lugar aleatorio, pueden llevar a un excursionista desprevenido a tener problemas, lejos del sendero y a un lugar potencialmente peligroso. En segundo lugar, vamos a las áreas naturales para alejarnos de la saturación humana de nuestras vidas, no para ver recuerdos de la vida de otras personas.

Necesitamos naturaleza inalterada para encontrar tranquilidad en nuestras vidas. Una pila de rocas dejada por alguien que nos precedió en el camino no hace más que recordarnos que otras personas estuvieron allí antes que nosotros. Es un marcador innecesario de la humanidad, como dejar grafitis, no es diferente de encontrar un pañuelo de papel blanqueado y en descomposición que un viajero anterior recogió, o una botella de agua vacía abandonada. Las torres de rocas sin sentido, son simplemente recordatorios inútiles del ego humano.

No estoy segura exactamente de cuándo comenzó la práctica de apilar piedras en Occidente. Pero la llamada Convergencia Armónica en 1987, evento de meditación sincronizada, produjo una proliferación de torres de piedra, en torno a Sedona, Arizona.

Señala la autora que a partir de ese evento, se empezó a creer en unos presuntos vórtices; lugares donde se dice que se encuentra la energía espiritual y metafísica, y empezaron a aparecer de forma destacada en los bosques y otras tierras públicas que rodean esa localidad. Los excursionistas que caminaban cerca de estos vórtices, empezaron a ver líneas nuevas de rocas o pilas de piedras que los señalaban. Al principio había una docena de montículos, pero pronto hubo centenares.

En agosto de 2016, en el Hawai'i Magazine, se publicó un artículo de la arqueóloga Christine Hitt denominado «¿Por qué el apilamiento de piedras en la playa de Hanakapiai no es considerado pono (bueno)?»

«El apilamiento de piedras, una encima de la otra, no es una práctica tradicional. Los hawaianos construyeron ahu (altares) o mojones con propósitos ceremoniales y como marcadores, pero tendían a ser más sustanciales y cuidadosamente contruidos», dice el Dr. Windy McElroy, propietario y arqueólogo de Keala Pono Archaeological Consulting. «Los hawaianos tradicionales habrían valorado las playas como un lugar para la obtención de recursos y no las

habrían modificado de una manera que sea perjudicial para el medio ambiente y las especies que viven en la costa»

Los cairns tienen una larga historia de usos válidos, como marcadores de senderos. Un solo mojón me indicará dónde girar cuando parezca que hay muchas direcciones para elegir en el bosque del Valle de Waiahuakua. Pero las rocas de Hanakapiai no se utilizan de esta manera (Fig. 11). Se están construyendo para conmemorar la visita de una persona. Esta es una nueva tendencia, pero no solo es solo un problema en Hawái. De la misma manera que la gente ha grabado sus nombres en el árbol de higuera en Lahaina en Maui, o ha usado coral blanco para escribir sus nombres junto a una carretera y ha apilado rocas de lava en el volcán Kilauea en la isla de Hawái, muchos lo consideran una forma de graffiti.

Sam Ohu Gon, científico principal y asesor cultural de The Nature Conservancy, sostiene que el apilamiento de piedras ha ocurrido todo el tiempo, pero de repente se ha convertido en un tipo de deporte, en una práctica grupal y eso es lo que lo convierte en una especie de graffiti. Alguien ve una torre de rocas y debe hacerlo también. Pronto hay todo tipo de personas construyéndolas. «Pero se debe considerar el hecho de que, en las playas y otros lugares, no se sabe si esa área tiene o no un significado arqueológico o cultural profundo y si esas piedras están en un lugar por alguna razón», continúa Gon. «Si adquieres el hábito de mover piedras porque quieres, entonces uno de estos días te encontrarás en un lugar con significación cultural importante y estarás dañando la integridad de ese lugar».

Hay yacimientos arqueológicos históricos nativos de Hawai a lo largo del sendero Kalalau, incluidos muchos en el valle de Hanakapiai por los que la gente pasa todos los días. Son muros de roca, refugios, heiau (lugares de culto), terrazas agrícolas y sitios de habitación, y muchos son indistinguibles, ya sea por la edad o por las alteraciones a lo largo de los años, a menos que se tenga un ojo entrenado.

Todas estas aseveraciones realizadas sobre este archipiélago del Océano Pacífico, son válidas para el canario.

En abril de 2017 la página web «Visit Aruba» publicó un artículo de Mark Cesareo, titulado «¿Por qué el apilamiento de rocas debe cesar?» en el que pide a los visitantes que no llenen de torres de rocas, esa isla del Caribe.



Fig. 11. Hanakapiai Beach. Kalalou Trail, Hahai. Hawai'i Magazine.

Los daños

Para comprender la dimensión del problema resulta imprescindible exponer los daños causados por estas prácticas.

- **Causan afecciones al patrimonio geológico, paleontológico, arqueológico, histórico y etnográfico (es decir, al patrimonio natural y cultural)**

Al grabar encima o mover materiales, se puede descontextualizar el yacimiento o formación de manera que se hace imposible datarla, describirla

o interpretarla. El daño causado en algunos casos, puede ser irreversible al tratarse de recursos o patrimonio no renovable (Fig. 12).



Fig. 12. Daños al patrimonio geológico (Tenerife).

- **Alteran y destruyen los hábitats de animales y plantas**

Los terrenos pedregosos, constituyen el hábitat de muchas especies de animales y plantas. Bajo su protección nacen, crecen, se reproducen, se alimentan y las rocas pueden ser su única protección frente a la insolación, el calor, el frío. Privarlos de ellas puede suponer su muerte. En ocasiones, animales y plantas se enfrentan con temperaturas extremas y una alta concentración de sal procedente del mar. Son condiciones muy exigentes, y una roca desempeña funciones como las de retener humedad y favorecer el arraigo de una planta. Son el único hábitat para que determinados organismos puedan subsistir, ya que facilitan la presencia de pequeños animales que ingieren excrementos de aves e incorporan, poco a poco, nutrientes en la tierra; y sirven de refugio. Se genera una cadena alimentaria compleja que se ve afectada ante cualquier cambio que se produzca (Fig. 13).

A alta salinidad se puede sumar la escasez de suelo y el estrés hídrico. Hay plantas que basan su estrategia de supervivencia en mantenerse a ras del suelo a la misma altura que las rocas que la rodean y que están siendo afectadas por la moda de estas pseudoesculturas.



Fig. 13. Poliquetos bajo una roca utilizada para hacer símbolos. Playa de La Barca. Pájara (Fuerteventura).

Así mismo, agrupar las rocas, obliga a los animales a vivir muy juntos lo que puede facilitar la acción de sus depredadores.

Un estudio publicado en 2020, «*Stone stacking as a looming threat to rock dwelling biodiversity*» («El apilamiento de piedras como una amenaza inminente para la biodiversidad que habita las rocas») firmado por investigadores portugueses y españoles entre los que se encuentra José Luis Martín Esquivel, doctor en Biología y director de Conservación del Parque Nacional del Teide y publicado en la revista «*Human–Wildlife Interactions*» editada por la Universidad de Utah, constata esta amenaza.

En particular, se habla de *Teira dugesii* (lagartija de los muros de Madeira), así como de muchas especies de invertebrados, afectados por la construcción masiva de torres de roca en la Reserva Natural de la Punta de San Lorenzo y de las afecciones en el Parque Nacional del Teide.

• Exponen el suelo a la erosión

Para formar un centímetro de suelo en la capa superficial, se pueden tardar entre 100 y 400 años. Las rocas protegen al suelo de la acción del viento y del agua, si las retiramos, desaparece y se pierde, al ser un recurso no renovable, en la escala de tiempo humana.

- **Alteran y empobrecen los paisajes naturales**

El ser humano necesita la naturaleza virgen, sin aditivos, cuando introducimos algún elemento artificial la estamos degradando y empobreciendo.

- **Crean riesgo de caídas y pueden provocar accidentes.**

Si las torres de rocas son demasiado altas, cualquier caída accidental de toda o parte de la estructura puede generar daños a las personas o a los bienes.

- **No son parte de nuestras tradiciones y retratan una imagen equivocada de estas Islas**

Las torres de rocas levantadas normalmente para sacarse un selfie o una foto o para pedir un deseo, no forman parte de las tradiciones de estas Islas donde solo se han levantado para marcar caminos o señalar lindes de terrenos.

- **Pueden hacer que los senderistas se pierdan**

Debido a su función como mojones si se levantan en medio de ninguna parte pueden confundir a los senderistas y hacerles pensar que donde existen, pasa un sendero.

Las torres de rocas en la publicidad

Sin embargo, la utilización de las torres de rocas es un recurso muy utilizado en publicidad. Su utilización es común en tratamientos de masajes, terapias alternativas etc. Pero además hemos constatado su utilización en la promoción turística de municipios, compañías aéreas, productos alimenticios (jugos), entidades financieras y hasta el teléfono de la Esperanza dedicado a la prevención del suicidio (Fig. 14).



Fig. 14. Publicidad del teléfono de la esperanza de Madrid.

Esto produce un «blanqueamiento» e incluso una promoción de esta práctica que es considerada positiva.

Se asocia este símbolo a la tranquilidad, a la armonía, a la calma. Achacamos este fenómeno, a la falta de información sobre los negativos efectos ambientales que produce y creemos que dejarían de ser utilizadas en este ámbito si se pusieran en marcha, campañas informativas y divulgativas que impliquen a amplios sectores de la población.

La reacción institucional

Fue en **USA**, donde comenzó el problema y es en ese país donde se empezaron a tomar medidas para atajarlo.

En el Boletín del Parque Nacional de los Volcanes de Hawái, los gestores de este espacio natural protegido, dicen: *«Respeta la tierra, honra la cultura y deja las rocas en su lugar adecuado» Sobre la costumbre de apilar rocas, señalan que lo primero que hay que hacer es educar, pero si la gente no obedece las normas que prohíben su construcción, entonces es considerado un delito penado con un máximo de seis meses de cárcel y una multa de \$ 5.000.*

También en **Australia** proliferó seriamente esta práctica.

Declaraciones como las de Wendy Kirby, residente en el estado de Victoria, promovieron su realización:

«La magia de este lugar es que puedes venir y crear tu propia obra maestra o admirar el trabajo de otros. Los niños pueden disfrutarlo especialmente y sin duda los mantendrá ocupados durante un tiempo».

Como consecuencia, en el Parque Nacional Noosa de ese estado australiano, se movieron 200 toneladas de piedras en zonas costeras en 2018 para hacer torres y símbolos, y la lagartija guthega (*Liopholis guthega*) que habita en la cordillera conocida como los Alpes de Victoria y que tiene en las rocas su hábitat (Fig. 15), está seriamente amenazada por esta causa.

Para cortar de raíz el problema, las autoridades del estado implantaron una sanción que castiga con 8.000 dólares de multa, a los autores de los movimientos de rocas e incluso a los que etiquetan en las redes sociales sus publicaciones con #rockstacking o #rockbalancing.

La desesperación de algunos residentes en áreas cercanas a las playas, les llevó a colocar carteles pidiendo que se dejaran las rocas tranquilas.

La primera comunidad autónoma en tomar medidas contra las torres de rocas en **España**, y una de las primeras en sufrirlas por ser un destino de turismo masivo, fue **Baleares**.



Fig. 15. *Liopholis guthega*.

Las áreas más afectadas en junio de 2019 eran, Cap Cavalleria, Cala Pregonda y Cala Binimel-la (Menorca), Cala d'Hort y Cavallet (Ibiza), Punta de Es Trucadors, Cap de Barbaria y Ses Illetes (Formentera) y la zona Punta N'Amer, Cala Mesquida y faro de Cap Salines (Mallorca).

El Consell insular de Formentera organizó jornadas para retirar los montones de roca e intentar recuperar el estado y el aspecto natural de algunos tramos. El servicio de agentes de Medio Ambiente del Gobierno Balear lanzó mensajes a través de las redes sociales en los que recomendaba hacer los montones de piedras «mejor en casa» y no en parajes naturales. «Contempla, pasea y disfruta, pero deja el litoral tal y como es», recomendaron en un tuit.

Así mismo, colocaron carteles (Fig. 16), en espacios naturales protegidos de las Islas, afectados gravemente por esta moda.

En algunos lugares de **Galicia**, especialmente turísticos, también empezó a ser un grave problema. El Concello de Camariñas en La Coruña, colocó en septiembre de 2020, carteles en un paraje de alto valor ambiental y paisajístico, el cementerio de los Ingleses, advirtiendo de la imposición de sanciones de hasta 6.000 euros para los que construyeran torres de rocas.

En Ribadeo, Lugo, Los turistas construyen sus particulares esculturas con piedras en la playa de las Catedrales, declarada Monumento Natural en 2005. En el verano de 2021, su alcalde ha advertido de los daños que causa esta moda a la flora y la fauna, al constatar en redes sociales, la reactivación de esta práctica que habían conseguido frenar en 2016.

En **Canarias** la situación es especialmente compleja. Las Islas tienen una superficie de 7.493 km² y una población de 2,2 millones, con una

densidad de 294 hab./km². En 2018 se recibieron 15,6 millones de turistas, con lo que densidad de población turística alcanza los 2.016 habitantes/km².

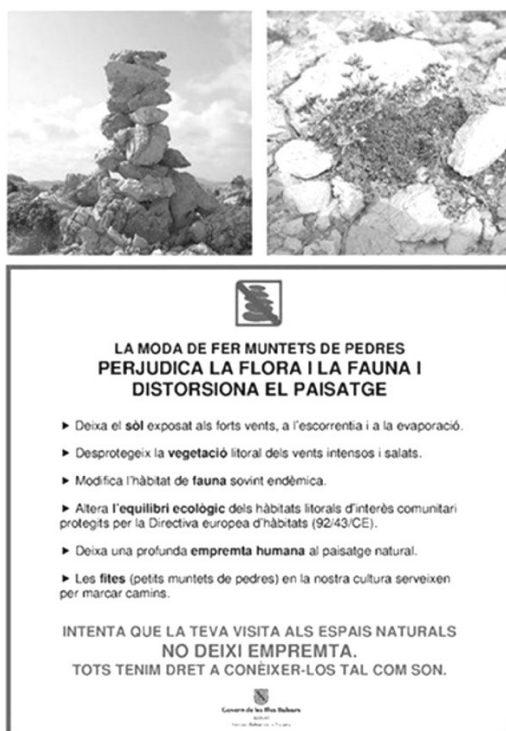


Fig. 16. Cartel contra la moda de hacer torres de rocas. Islas Baleares.

Aunque está protegida casi la mitad de su superficie, presenta una rica biodiversidad y es un territorio con un patrimonio geológico excepcional, en la mayor parte de los casos, esa protección es más nominal que efectiva, porque las Administraciones Públicas que la tienen encomendada no destinan los medios personales y materiales suficientes para cumplir con sus competencias, por lo que se puede afirmar que la naturaleza de Canarias está cercada y amenazada.

Contribuye a esta situación, que comportamientos como los descritos se repiten con frecuencia en todas las islas Canarias desde el cráter del Teide en Tenerife, hasta la cumbre del Roque de Los Muchachos en La Palma, desde la Fortaleza de Chipude en La Gomera, a Malpaso en El Hierro, desde las Dunas de Maspalomas en Gran Canaria, hasta Montaña Roja, en Lanzarote, pasando por el Barranco del Jable o de los Encantados en Fuerteventura, ámbitos todos ellos protegidos.

La campaña, el colectivo y el manifiesto

#pasasinhuella

A finales del 2018, el autor de este artículo, Jaime Coello Bravo, director de la Fundación Canaria Telesforo Bravo – Juan Coello y Félix de la Rosa, guía de turismo de Canarias y responsable de la empresa Oditen.com, pusieron en común reflexiones y planteamientos y coincidieron en la gravedad del diagnóstico. Para denunciar la proliferación de los daños señalados, crearon un vídeo con imágenes sobre agresiones al medio natural que se estaban produciendo, tanto en espacios naturales protegidos, como en ámbitos costeros y a elementos del patrimonio geológico de la isla de Tenerife. Posteriormente se amplió al resto del Archipiélago Canario, por la gran acogida de la campaña y ante la comprobación de que en las demás islas, se estaba dando también un incremento del vandalismo ambiental. Así mismo, el cantautor Fran Baraja, fue el encargado de ponerle banda sonora. Recientemente había compuesto el tema «Tonguitas de berolos» (torres de rocas) que denuncia la moda de apilar rocas, sacarle y sacarse fotos con ellas y publicarlas en las redes sociales. El artista la cedió a tal efecto, sin contraprestación alguna.



Fig. 17. Logo de #pasasinhuella.

Una vez realizado, se invitó a distintas personas y colectivos sensibles a esta problemática, a sumarse, con sus aportaciones y colaboración. A partir de su presentación en el Ayuntamiento de La Orotava, se sucedieron las reuniones para aunar esfuerzos y comenzar a planificar y realizar acciones conjuntas.

Gracias a esta iniciativa nace el colectivo de colectivos y personas, #pasasinhuela. En una de sus primeras reuniones se acordó elaborar un manifiesto que en un primer momento se circunscribió a Tenerife pero que luego se amplió a toda Canarias. Las entidades y personas que lo elaboraron fueron: La Fundación Canaria Telesforo Bravo-Juan Coello, la Federación Tinerfeña de Montañismo, el Grupo Montañero de Tenerife, el Club Montañeros de Nivaria, la delegación canaria de SEO/BirdLife, la Fundación CICOP, la Asociación Ecoturismo en Canarias (ECAN), la Asociación Profesional de Guías de Turismo de Tenerife, Ben Magec-Ecologistas en Acción Canarias, Oditen y Carlos Velázquez García, guía intérprete jubilado de Parques Nacionales.

• **Manifiesto «Pasa sin huella»**

Los abajo firmantes, de forma colectiva e individual, preocupados por el creciente deterioro del medio natural y el patrimonio arqueológico y etnográfico de Canarias, constatado durante el desarrollo de sus actividades por los clubes de montaña, escalada, espeleología, barranquismo, guías de turismo, empresas de turismo activo, asociaciones y colectivos ecologistas, instituciones científicas y culturales, así como por muchas personas que a título individual se acercan a disfrutar de nuestra privilegiada Naturaleza, observamos un preocupante y desmesurado incremento de atentados contra el paisaje, la gea, la flora y la fauna; agresiones en forma de montañas de piedras, escritos, dibujos, grafitis, símbolos, incisiones, rayaduras, pintadas, depósitos de escombros, vertederos incontrolados de residuos, entre otras conductas dañinas, que proliferan en espacios naturales protegidos, zonas costeras y otras áreas naturales, perpetradas por locales y visitantes.

No podemos permanecer impasibles mientras este patrimonio natural y cultural, nuestra mayor riqueza y del que somos depositarios, se degrada y daña a veces de manera irreversible.

Asumimos las reflexiones del Jefe Seattle en la carta dirigida al presidente de los Estados Unidos, Franklin Pierce, en el año 1855:

...Enseñen a sus niños... que la tierra es nuestra madre. Todo lo que le ocurra a la tierra, le ocurrirá a los hijos de la tierra. Si los hombres escupen en el suelo, están escupiendo en sí mismos. Esto es lo que sabemos: la tierra no pertenece al hombre; es el hombre el que pertenece a la tierra.

Defendemos la vigencia de lo dicho por Telesforo Bravo en 1954:

Mientras vivamos, toda la generación actual está escribiendo su testamento en el ambiente que le rodea, y todo lo que haga para aumentar o disminuir la riqueza de la región donde viva será lo que reciba la próxima generación, será el

patrimonio rico o pobre, según haya laborado la generación actual.

Hacemos propias las palabras de César Manrique, quien en su manifiesto Momento de Parar escrito en el año 1985, dice:

Creemos que cualquier gobierno tiene la obligación de cuidar el espacio que nos sirve para el desarrollo de nuestras vidas, de la educación y cultura, de nuestras riquezas y sobre todo, de la «permanencia de la riqueza».

Por todo ello, HACEMOS UN LLAMAMIENTO a las personas que viven en estas Islas o vienen a visitarlas PARA QUE:

- *las cuiden y respeten, porque es su hogar permanente o temporal, que queremos y debemos transmitir a las generaciones futuras, en el mismo estado en el que la recibimos.*

- *pasen sin huella, porque todos tenemos derecho a disfrutar de nuestro patrimonio en su estado natural, sin alteraciones, ni aditivos.*

- *se sumen a nuestra campaña y se conviertan en transmisores de este mensaje, allá donde vayan.*

Así mismo, reclamamos a las Administraciones competentes QUE:

- *hagan suya la campaña #pasasinhuela.*

- *pongan en marcha programas educativos específicos que promuevan el sentido de pertenencia y la identificación con el lugar en que vivimos, así como sus valores y prevengan y desincentiven la práctica de estas conductas por la población más joven.*

- *divulguen en el conjunto de la sociedad canaria (agentes económicos y sociales) los grandes valores naturales y patrimoniales de estas Islas y la necesidad de protegerlos.*

- *en sus campañas turísticas y de promoción de actividades en el medio natural, eviten fomentar o facilitar conductas que puedan dañarlo.*

- *hagan un trabajo específico con el sector turístico en su conjunto, informando a nuestros visitantes, antes y durante su estancia en las Islas de la importancia de evitar conductas incívicas que dañen nuestro medio natural y nuestro patrimonio arqueológico y etnográfico, y las consecuencias que puede acarrear su incumplimiento.*

- *incrementen la vigilancia en los espacios naturales protegidos y en el medio natural en su conjunto, ampliando las plantillas de las personas dedicadas a esa tarea, así como sus medios materiales.*

- *estudien la modificación de la normativa vigente para detener y sancionar las nuevas conductas que están dañando nuestro medio ambiente.*

- se impongan y tramiten las sanciones de manera efectiva, tanto a locales como visitantes, arbitrando los medios necesarios para que ninguna infracción quede sin castigo.

Los firmantes nos ofrecemos colaborar con las Administraciones en la tarea de custodia del territorio que tienen encomendada, así como en todas las aquí solicitadas para las que ponemos a su disposición los materiales ya producidos en la campaña, custodiados en la Fundación Telesforo Bravo-Juan Coello.

En Canarias, a 25 de marzo de 2019 #PASASINHUELLA

Hasta la fecha se han adherido, 61 entidades y 1.100 particulares. No obstante, dos años y medio más tarde de su publicación, constatamos que aún queda mucho trabajo por hacer para que locales, visitantes y Administraciones Públicas, cumplan con las reclamaciones y recomendaciones hechas en él.

La presentación del manifiesto, ante los medios de comunicación, tuvo lugar el 25 de marzo de 2019 en la sala Mac de Santa Cruz de Tenerife, con una nutrida asistencia de radios, televisiones y medios impresos (Fig. 18).



Fig. 18. Presentación del manifiesto #Pasa sin huella.

El 1 de marzo de 2019, organizamos junto con el Ayuntamiento de La Oliva, las Jornadas «Pasa sin Huella por La Oliva». Los ponentes fueron el biólogo y edafólogo Miguel Torres que habló sobre la importancia de conservar los suelos de Fuerteventura para evitar la erosión, manteniendo las

rocas en su lugar para no alterar el proceso erosivo natural. «El paisaje mayorero es árido y poco poblado. Al no haber vegetación, cualquier marca sobre el terreno tarda miles de años en regenerarse. El suelo es tan importante como el agua, la actividad humana, agrícola y ganadera o edificatoria en Fuerteventura».

Expuso que el problema ambiental más grave que tiene la Isla, es la pérdida de arena en la costa, «por su evidente repercusión económica», y expuso los casos concretos de la Playa de La Barca, en Sotavento (Costa Calma) por la construcción de la autovía, o el evidente retroceso de las Dunas de Corralejo, por la interrupción del flujo del viento y corrientes, ocasionada por el muelle y las edificaciones de ese núcleo turístico.

María Esther Martín, bióloga y conservadora de biología y paleontología del Museo de la Naturaleza y Arqueología del Cabildo de Tenerife, realizó un recorrido por los valores más interesantes de Fuerteventura. Explicó que aunque no se conozcan, en Fuerteventura hay 172 yacimientos paleontológicos, y que 57 están en La Oliva, entre ellos tubos volcánicos, dunas, playas fósiles, sedimentos submarinos de millones de años....

Explorar la paleontología en Fuerteventura ha permitido el descubrimiento de especies desconocidas, «se han descrito tres especies nuevas de lapas, además de erizos, serpientes, lechuzas, todos ellos animales extintos que encontramos en las rocas y en el suelo».

Jaime Coello Bravo, jurista y divulgador ambiental, y director de la Fundación Telesforo Bravo, expuso su conferencia titulada «Deja las piedras en su sitio: los montones de piedras, un problema global».

Por último, el guía turístico profesional Félix de la Rosa, socio de la empresa Oditen (One Day in Tenerife) y miembro de la Asociación Provincial de Guías de Tenerife (APIT), explicó como la modificación del medio por los visitantes es problema habitual en su trabajo, por ejemplo, en el Parque Nacional de Las Cañadas del Teide. Habló sobre su trabajo de concienciación de cara a los turistas, y sobre la importancia de establecer mecanismos de colaboración entre administraciones.

Esta jornada se completó con una campaña de restauración ambiental, el día 13 de abril en la zona de la Playa del Faro del Cotillo, a la que acudieron unos 50 voluntarios, tras la que actuó Fran Baraja y su banda (Fig. 19). A raíz de estas acciones, se colocaron carteles informativos en diferentes puntos del municipio, en las cercanías del Faro (Fig. 20). En el momento de escribir este artículo, el cartel permanece en su lugar, no ha sido vandalizado y no se han vuelto a construir en la zona apilamientos de rocas. Los que esporádicamente aparecen, son retirados por la población local siguiendo las indicaciones de desmontarlos roca a roca desde la parte superior hasta la base, depositándolos con delicadeza en el suelo, pero sin seguir un orden determinado, preferentemente sobre arena, para evitar que la erosión se la lleve y en un emplazamiento donde no haya ninguna planta o animal. Si la roca tiene

adherido algún líquen, debería colocarse en la misma orientación que tenía en la torre.



Fig. 19. Cartel de la campaña de restauración ambiental. El Cotillo, La Oliva (Fuerteventura)



Fig. 20. Cartel colocado por el Ayuntamiento de La Oliva en el Faro de El Cotillo.

Finalmente se impartió una charla (Fig. 21), con el contenido de la campaña en todos los centros educativos públicos del municipio, en concreto al alumnado de los cursos 5º y 6º de Primaria, 3º y 4º de la ESO y Bachillerato. El total de alumnos que participaron en las sesiones divulgativas, fue de más de 500.

El 4 de mayo de 2019, en el marco de la semana europea de los Geoparques, organizamos junto con el Cabildo de El Hierro, las «I Jornadas Pasa sin Huella por el Hierro». Los ponentes fueron, Virginia Cabrera Sosa, Inspectora de Patrimonio Histórico del Cabildo de El Hierro que impartió la charla: «El patrimonio arqueológico de El Hierro: una huella frágil». Por su parte, Jaime Coello Bravo, disertó sobre «Pasasinhuela: deja las rocas en su sitio». El domingo 5 llevamos a cabo una restauración ambiental de la zona de Malpaso, la de mayor altura de la Isla, donde retiramos, con el concurso de varios voluntarios y un agente de medio ambiente del Cabildo, una espiral de roca o vórtice de unos 4 metros de diámetro.



Fig. 21. Alumnado asistente a charla de «Pasa sin huella por La Oliva».

La siguiente acción del colectivo fue la restauración ambiental y limpieza de la Playa del Castillo en el Puerto de la Cruz, Tenerife, el 20 de julio de 2019, con la participación de cerca de doscientas personas de todas las edades, comprometidas con nuestro medio y en la que tras dar las

instrucciones pertinentes sobre cómo actuar, se procedió a desmontar centenares de torres, en tan solo 45 minutos. Se trata de una zona muy frecuentada por turistas, a la que incluso, personal de algunos turoperadores invitaba a visitar para hacer un amontonamiento, sacarse una foto con él y pedir un deseo. Tras la restauración, se detecta la construcción de algunas estructuras de forma esporádica, pero la situación actual no se asemeja ni remotamente a la que nos movió a actuar. Así mismo, vecinos del municipio, acuden periódicamente a desmontar las que van apareciendo. Esta actividad ha permitido que en la zona vuelva a habitar flora y fauna endémica. Sin embargo, consideramos que para evitar que se vuelvan a hacer, se deberían colocar carteles que expusieran las consecuencias negativas de esta práctica.

En los meses sucesivos, se recibió el encargo por el Ayuntamiento de La Oliva de diseñar y elaborar el contenido de carteles sobre los diversos problemas ambientales de esta localidad y de una exposición itinerante sobre la misma temática. El material fue realizado y entregado, pero no ha sido colocado, ni mostrado.

En el curso escolar 2019-2020, se puso en marcha el programa «Pasa sin huella por La Orotava» financiado por el Ayuntamiento de ese municipio del Norte de Tenerife, destinado a alumnado de ESO y Bachillerato.

A pesar de las dificultades planteadas por la declaración de la pandemia de la COVID-19, se pudo impartir en todos los centros educativos públicos del municipio, a unos 700 alumnos.

Este curso escolar 2021-2022, continuarán impartándose charlas, al haber renovado el apoyo, el Ayuntamiento.

En abril de 2021, gracias al apoyo del Ayuntamiento de El Sauzal, se pudieron impartir, charlas de la campaña, en el I.E.S. Ravelo, a diversos grupos de ESO.

En junio de 2021, a requerimiento del centro educativo, los contenidos de la campaña #pasasinhuela fueron impartidos a todo el alumnado (unas 800 personas) del Colegio Casa Azul de La Orotava.

Proyecto de los «NO LUGARES»

En marzo de 2021, se puso en marcha el proyecto de Mapeo de los «No Lugares». La ejecución técnica fue llevada a cabo por Maximiliano L. Díaz Díaz, geógrafo especializado en sistemas de información geográfica (SIGS) y Antonio Sampedro Garrido, biólogo marino. El diseño del manual del voluntariado corrió a cargo de Antonio Sampedro. En este proyecto colabora la delegación de Tenerife del Colegio Oficial de Geógrafos, con la participación del docente de la Universidad Nacional de Educación a Distancia, José Juan Cano.

Los «No-Lugares» es un nombre ficticio creado para designar y denunciar el estado de los Espacios Naturales Protegidos de Canarias (EENNPP), que pertenecen a la Red Canaria de Espacios Protegidos.

Para visualizar y monitorizar el estado de los impactos ambientales en los mencionados EENNPP, y por extensión el resto del entorno natural canario, el proyecto se sirve de dos herramientas fundamentales. La primera es la experiencia y entusiasmo de los montañeros, caminantes y amantes de la naturaleza que conforman el colectivo Pasa Sin Huella y los miembros de las asociaciones adscritas a éste, que toman datos de los impactos más relevantes en las zonas que visiten. Para subir un daño ambiental concreto se utiliza la aplicación de teléfono móvil «Epicollect» que permite a cada voluntario georeferenciar y describir una afección concreta. A cada persona se le asigna una zona a su elección para coordinar los esfuerzos de toma de datos y no duplicar resultados. La segunda herramienta, es un visor online que permite evaluar y visualizar los puntos en un mapa web de libre acceso para todo el mundo.

Los datos son subidos por los técnicos quincenalmente a la página web actualizándola y en función del volumen de datos que se manejen, se divide la información en capas visuales.

Hasta la fecha se han incorporado centenares de impactos en todas las islas Canarias y con los datos aportados se puede concluir que el mayor número se produce en las costas.

Además de los voluntarios a título individual, hemos contado con el alumnado del ciclo de educación y control ambiental del CIFP Los Gladiolos, a los que se les impartió una charla sobre la campaña #pasasinhuela y sobre el tutorial de la aplicación. Posteriormente se celebró una sesión de seguimiento para contrastar la información aportada y solucionar los posibles problemas que se pudieran haber producido,

Así mismo, la Cátedra de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible del Cabildo de Tenerife y la Universidad, organizó en junio de 2021 la jornada «#Pasasinhuela ULL» con una charla introductoria sobre la campaña y una exposición sobre el tutorial del proyecto de los «No Lugares». Queda pendiente para este curso una salida de campo para exponer las principales afecciones al medio y una mesa redonda, además de la incorporación del alumnado voluntario de la universidad al proyecto de Mapeo de los «No Lugares». Para el éxito de esta iniciativa fue fundamental el concurso de Felipe Monzón, director de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería y de la directora de la cátedra, Marta Domínguez.

Para acceder al Mapa de los «No Lugares», se debe pinchar en el siguiente enlace <https://nolugares.pasasinhuela.com/#8/28.533/-15.772>

Presencia en los medios de comunicación

La acción de restauración ambiental, realizada en la Playa del Castillo de Puerto de la Cruz suscitó el interés de numerosos medios locales, nacionales e internacionales como:

- Informativos de TVE, Antena 3, Telecinco, La Sexta, Radio Televisión Canaria, TVE en Canarias.

- Revista Lonely Planet (USA) (Fig. 22), Revista Fodors (USA), The Telegraph (Reino Unido), La Stamppa (Italia), La Repubblica (Italia), 20 minutes (Suiza), Der Spiegel (Alemania), Utopia (Alemania), Komsomólskaya Pravda (Комсомольская правда) (Rusia), y ABC, El Mundo, El País, Diario de Avisos y El Día (España).

Además, se han concedido entrevistas al programa Planeta Vivo Radio, un espacio del Instituto Volcanológico de Canarias, en Radio Nacional de España dirigido y presentado por el geólogo David Calvo, y en «Hoy por hoy La Portada», dirigido y presentado por Juan Carlos Castañeda, y el periódico El Día.

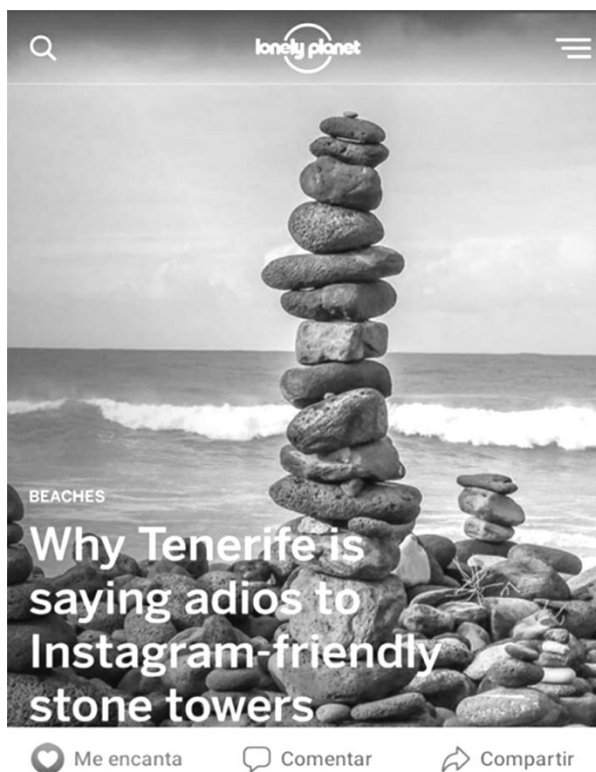


Fig. 22. Portada de la revista «Lonely Planet».

La presencia en programas de la Radio Canaria, como el desaparecido «Roscas y cotufas» presentado por Kiko Barroso o «Una + Uno» presentado por el propio Barroso y María Doménech, ha sido y es frecuente, denunciando diversos problemas ambientales.

También ha habido frecuentes apariciones en los informativos de Televisión Canaria, más esporádicos en los de TVE en Canarias, así como en el programa «Buenos días Canarias» también de TVC.

Otras iniciativas

En el marco de la campaña #Pasasinhuela, se han promovido otras iniciativas como la denuncia del expolio de los rodolitos o esqueletos de algas calcáreas, por parte de los visitantes de las playas de El Hierro y el Mejillón en las cercanías de Corralejo, La Oliva. Esta conducta está motivando la progresiva pérdida de arena de ambas, que procede de la fragmentación de los rodolitos. Con este propósito, elaboramos un vídeo con la aparición de Esther Martín, Conservadora de Geología y Paleontología del Museo de La Naturaleza y Arqueología del Cabildo de Tenerife (MUNA). El vídeo se puede ver en el siguiente enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=YPAAfLpHeVQ>

Esto suscitó el interés del periódico El País, que publicó un artículo sobre el problema («La condena de hacerse popular en Instagram para una playa de Fuerteventura») en abril de 2019.

También de la cadena 2DF de Alemania que desplazó a un reportero para grabar una pieza informativa sobre el amontonamiento de rocas en la Playa del Veril (Adeje, Tenerife) y sobre el expolio de rodolitos en Fuerteventura y las acciones promovidas por #Pasasinhuela para combatir estas agresiones al medio natural.

Como consecuencia de esta repercusión y de otras campañas promovidas por grupos locales, el Ayuntamiento ha colocado carteles en ambas playas, informando sobre lo que son los rodolitos y la necesidad de dejarlos en la costa, pero a día de hoy, el saqueo continúa.

También denunciarnos la ocupación del Sitio de Interés Científico de La Caleta, por más de 250 personas, que construyeron viviendas en cuevas, cortaron y quemaron especies vegetales protegidas, pintaron y rayaron el patrimonio geológico, practicaron el apilamiento de rocas, pescaron ilegalmente, montaron establecimientos ilegales, acumularon residuos y esparcieron sus excrementos por todo el espacio natural al carecer de baños (Fig. 23).

Ante la inacción de la Administración Pública, publicamos un vídeo aportado por una persona que quiso permanecer en el anonimato, titulado «Paraíso sin ley» [https://www.youtube.com/watch?v=vRRgms_04Pc].



Fig. 23. Espiral o vórtice y venta de piedras pintadas en el Sitio de Interés Científico de la Caleta de Adeje.

El gran rechazo social suscitado por las imágenes, motivó que se acelerara el desalojo por parte de la institución gestora de este Espacio Natural Protegido, el Cabildo de Tenerife. Fueron desmanteladas 122 cabañas y se retiraron unas 18 toneladas de residuos.

En la actualidad, muchos de los antiguos moradores de este lugar, en su mayoría ciudadanos procedentes de países europeos, sin problemas económicos, que llevan esa forma de vida por elección, se han mudado a los barrancos cercanos a la depuradora de Adeje o a los Abrigos en Granadilla, donde continúan deteriorando el entorno.

Recientemente, hemos financiado un vídeo contrario al proyecto de la Dirección General de Infraestructuras turísticas del Gobierno de Canarias, que pretende intervenir sobre 117 charcos de marea de toda Canarias, ecosistemas muy frágiles y sensibles a cualquier acción. La música corre a cargo, una vez más de Fran Baraja, promotor de la iniciativa, los textos son de Marta Sansón, profesora titular de botánica de la ULL, el vídeo es de Kevin Videomaker y su título es «Mi charquito favorito».

También «Pasa sin huella» está presente en el Festival Internacional de cine medioambiental de Canarias (FICMEC) (Fig. 24). Si bien en su edición de 2019, Jaime Coello impartió una charla sobre la campaña #pasasinhuela, en este 2021 la iniciativa contó con unas Jornadas en las que además de una

conferencia del director de la Fundación Telesforo Bravo, se programó otra del profesor titular de Geografía de la ULL, Vicente Zapata, sobre su proyecto «Llévatelo Jediondo» y una ruta por el litoral de Buenavista.



Fig. 24. Asistentes a las jornadas «Pasa sin huella del FICMEC»

Finalmente, además de las acciones señaladas se han ejecutado acciones espontáneas de retirada de vórtices o espirales, torres de rocas y símbolos o nombres hechos con piedras, en la Playa de Echentive (Fuencaliente, La Palma), Punta de San Lorenzo (Madeira, Portugal), El Mirador de La Pared (Pájara, Fuerteventura), Montaña de Guaza (Arona, Tenerife), Volcán del Cuervo (Tinajo, Lanzarote) (Fig. 25), El Caletón Blanco (Haría, Lanzarote), Playa del Inglés (San Bartolomé de Tirajana, Gran Canaria).

Otras personas o colectivos nos han facilitado imágenes de sus acciones en Arenas Blancas (El Hierro) o el Calderón Hondo (La Oliva, Fuerteventura). Destaca el trabajo constante en la isla de El Hierro de la empresa «Esmiras, Global Events».

Además, hay que hacer constar la implicación de la Asociación Profesional de Guías de la isla de Tenerife y en particular de su presidenta, Laura Bethencourt Yanes; así como de Enrique Díaz, presidente del Club Deportivo Aguavenque, de Güímar; ambos, piezas claves en el desarrollo de la campaña.

Entre las aportaciones de Laura Bethencourt y de la APIT, cabe destacar el diseño, la elaboración y la traducción a siete idiomas, de material informativo sobre los impactos que genera apilar rocas (<https://pasasinhuela.com/carteles-informativos>) (Fig. 26).



Fig. 25. Acción de desmonte de una enorme espiral en el cráter del volcán del Cuervo. Lanzarote.

#pasasinhuella

ALGUNAS RAZONES PARA NO HACER AMONTONAMIENTOS DE ROCAS

Alteran y empobrecen el paisaje natural y aceleran la erosión del suelo

**¿Y tú,
que paisaje
prefieres ver?**

Destruyen el hábitat natural de nuestra flora y fauna

La vegetación queda desprotegida frente a los fuertes vientos y podemos impedir el crecimiento de las plantas al amontonar rocas encima de las mismas

Muchos insectos, moluscos, reptiles... utilizan las rocas para alimentarse, protegerse y poner sus huevos; si las movemos, pierden su hogar. Además, las aves ven alteradas las áreas donde se alimentan y nidifican

No forman parte de nuestras tradiciones ni costumbres

Ofrecen una imagen equivocada de las islas y puede dañar nuestro patrimonio geológico, arqueológico y etnográfico

Puede resultar peligroso para las personas

Son estructuras frágiles por lo que las más altas pueden caerse y herir a alguien. Al haber tantas, dejan de servir para orientarnos cuando no hay camino, por lo que nos podemos perder

TRANSMITE EL MENSAJE. CUIDA TU ENTORNO

Y DISFRUTA DE LA NATURALEZA PASANDO SIN DEJAR HUELLA

GRACIAS POR COLABORAR

Fig. 26. Cartel informativo en español.

125

Redes sociales y página web

#Pasasinhuela cuenta con una página de Facebook, que a día de hoy, le gusta 5.778 personas; una página de Instagram con 1.072 seguidores y una página web, cuyos enlaces son respectivamente:

(<https://www.facebook.com/search/top/?q=pasa%20sin%20huella>)

(https://www.instagram.com/pasa_sin_huella/)

(<https://pasasinhuela.com/>).

Además, se cuenta con la página de Facebook de la Fundación Canaria Telesforo Bravo-Juan Coello, entidad encargada de la coordinación de la campaña y de los colectivos participantes, que gusta a 11.351 personas en el momento de escribir este artículo y que tiene alcances, en períodos de 28 días de 125.000 personas:

(<https://www.facebook.com/centenarionacimientoTelesforoBravo1913201>).

Conclusiones / propuestas

El tiempo transcurrido desde el inicio de la campaña, permite obtener conclusiones y formular propuestas.

- Se ha constado en el seno de la sociedad canaria y de nuestros visitantes un déficit de educación / información ambiental (tablones de anuncios, señales, campañas públicas, etc.).

- Salvo algunas excepciones, no hay apoyo suficiente de las Administraciones Públicas que no secundan de manera sistemática, campañas como ésta. En este sentido, proponemos la puesta en marcha de un Plan Canario contra el Vandalismo tanto ambiental como urbano que además ahorraría a esas mismas Administraciones, cuantiosas inversiones en limpieza, restauración y reposición de bienes y espacios públicos.

- Resulta urgente acercar la campaña a todos los centros educativos de Canarias, pero también a asociaciones de vecinos, centros de mayores, clubes deportivos.... Se trata de un problema que afecta a toda la sociedad, por lo que debe ser abordado de forma transversal.

- Ante lo novedoso de muchas de estas conductas, existe un vacío legal que no las contempla por lo que se deben modificar las leyes y normas ambientales (estatales, regionales, locales) para que estos comportamientos constituyan infracciones específicas que sean prevenidos y sancionados.

- Es imprescindible destinar mayores medios personales y materiales a la vigilancia de los espacios naturales protegidos y otras zonas de valor ambiental. Los que actualmente prestan servicio, son ridículos, con casos especialmente sangrantes como dos agentes de medio ambiente para toda la isla de Lanzarote o los cinco para toda Fuerteventura.

- Se necesita mayor respaldo científico nacional e internacional a través de informes y publicaciones sobre los impactos que generan estas prácticas en los ecosistemas.

- Al tratarse de un problema global, requerimos la implicación de instituciones internacionales culturales y científicas como UNESCO, UICN, OMT (Organización Mundial del Turismo). Así conseguiríamos convertir la campaña en internacional. Si desincentivamos estos comportamientos a nivel global, prevenimos que se realicen en cualquier país.

- Se debe crear un espacio europeo de infracciones y sanciones ambientales como existe con el tráfico para evitar la impunidad actual que impide sancionar a los ciudadanos no residentes.

- Las Administraciones Públicas, deben abordar de forma urgente la amenaza del «Postureo» o búsqueda de la foto por encima cualquier otra consideración y su presencia en las redes sociales, los enterramientos irregulares de animales, el aprovechamiento comercial y el coleccionismo a través del expolio de materiales de playas u otros espacios naturales, prácticas como el *geocaching*, el impacto del ciclismo de descenso (Fig. 27), vehículos 4x4 y los *quads* circulando fuera de pista y de los lugares habilitados para ello, la proliferación de especies exóticas invasoras y el repunte del abandono de residuos en el medio natural (Fig. 28).



Fig. 27. Daños producidos por los ciclistas de descenso en el volcán de Las Arenas o de Arafo. Tenerife.



Fig. 28. Ejemplares de *Pimelia ascendens* muertos, tras ser extraídos de una lata de cerveza abandonada.

- Las instituciones encargadas de gestionar el medio ambiente, deben crear unidades especializadas para rastrear y sancionar las infracciones ambientales en las redes sociales, que actualmente quedan impunes por falta de medios o de voluntad política.

En Hawái, la gente mayor enseña: «*malama 'aina*» (cuida por la tierra). En el Kilauea (Fig. 29), donde el suelo es sagrado para la población hawaiana, se dice «*e nihi ka hele*» (camina suavemente). ¿Y si hacemos lo mismo aquí?



Fig. 29. Burbuja de lava en el Kilauea. USGS.

#PASASINHUELLA

4. El patrimonio geológico: una oportunidad para la conservación del medio natural de Canarias

Juan J. Coello Bravo

Geólogo.

Fundación Telesforo Bravo – Juan Coello

El profundo desequilibrio que el hombre ha provocado en la Naturaleza está detrás de la crisis originada por la COVID-19. El desorden que está generando el comportamiento irresponsable del hombre con su planeta afecta no solo a la biodiversidad, que está sufriendo pérdidas irreparables, sino que es todo el medio natural el que está siendo sometido a una presión creciente y claramente insostenible. Las islas Canarias atesoran un rico patrimonio geológico que abarca notables valores tanto volcanológicos, geomorfológicos, petrológicos o paleontológicos. Aunque en los últimos años la legislación nacional posibilita llevar a cabo una protección efectiva, las autoridades autonómicas, insulares y municipales no terminan de asumir su protección. Los elementos naturales que se pretenden proteger están sometidos a la intensa presión que ejerce la industria turística, dominada por grandes corporaciones, cuyo principal objetivo es la mayor rentabilidad posible a corto plazo. De este modo, la presión residencial y turística constituye en la actualidad una amenaza real que se incrementa día a día, ejerciendo impactos cada vez más rápidos, severos e irreversibles. Por eso no está de más recordar que los recursos naturales del planeta no pertenecen a la generación presente, sino que los estamos usando solo en préstamo.

Introducción.

Las «5G» de la nueva geología

En consonancia con la evolución de las ideas y demandas sociales, en la últimas dos décadas han aparecido una serie de términos que se apartan de los campos de aplicación principales que ha tenido tradicionalmente la ciencia de la Geología: (1) el extractivo, relacionado con la explotación de recursos naturales geológicos (minerales y rocas, combustibles fósiles, agua...); (2) el de la geotecnia o uso de los conocimientos geológicos en la construcción e ingeniería civil; y (3) el ambiental, relacionado con los riesgos geológicos y los procesos de contaminación de aguas, suelos y atmósfera producidos por las actividades humanas. Este conjunto de nuevos términos geológicos, cuyo uso es cada vez más frecuente, se ha denominado informalmente las «5G de la nueva geología»: (1) patrimonio geológico (o «*geoheritage*», término anglosajón cuya traducción directa sería geopatrimonio), (2) geodiversidad, (3) geoconservación, (4) geoturismo, y (5) geoparques (Carcavilla, 2012). Todos ellos tienen su inspiración en la consideración de los elementos geológicos como componentes esenciales de la naturaleza y en su valorización patrimonial como testigos de la historia del planeta Tierra y la vida que en él se ha desarrollado.

En realidad, algunos de los términos reseñados tienen precedentes más antiguos. De hecho, la geología estuvo directamente implicada en las primeras iniciativas institucionales dedicadas a la conservación de la naturaleza. Por poner un ejemplo, la expedición gubernamental del geólogo Ferdinand Vandiveer Hayden a Yellowstone en 1871 provocó un gran interés público; las opiniones, artículos e informes de Hayden sobre los destacados valores de la gea de esa región de Wyoming y Montana (USA) y la necesidad de preservarlos para las futuras generaciones, tuvieron gran influencia en su declaración como primer parque nacional del mundo en marzo de 1872.

En Europa hay casos de conservación muy temprana de bloques erráticos (grandes rocas transportadas por el hielo de antiguos glaciares, hoy desaparecidos) en varios países, incluyendo la protección de uno de ellos en Neuchâtel (Suiza) en 1838, pero se conocen algunos ejemplos conservacionistas de elementos de la gea, en concreto de ciertas grutas, todavía más antiguos, anteriores incluso a la introducción del término «monumento natural» por Alexander von Humboldt en 1818. Por último, ya en nuestro país la geología también tuvo una importante presencia entre los primeros esfuerzos y figuras conservacionistas; es el caso del profesor Eduardo Hernández-Pacheco, considerado uno de los fundadores de la geología en España. Hernández-Pacheco fue nombrado vocal de la Junta Central de Parques Nacionales, creada al año siguiente de la promulgación, en 1916, de la Ley de Parques Nacionales impulsada por Pedro Pidal. En ella, orientó su labor a la protección efectiva de los tres elementos fundamentales

del paisaje: el roquedo (la gea), la vegetación y la fauna, proponiendo para ello el establecimiento de dos nuevas figuras de protección (Sitio Natural de Interés Nacional y Monumento Natural de Interés Nacional) y desarrollando una gran actividad de divulgación de los diferentes espacios protegidos.

Sin embargo, la implicación e influencia temprana de la geología en las tareas de la conservación de la naturaleza se fue perdiendo hasta tal punto que, hoy en día, los elementos geológicos no son considerados sino marginalmente en numerosos ámbitos conservacionistas (técnicos, legislativos, sociales, políticos...). Sólo en los últimos años la situación parece que comienza a revertir, aunque todavía con numerosas lagunas.

Patrimonio geológico y geodiversidad.

Concepto y definición

Organizado por la Société géologique de France, en junio de 1991 se celebró en Digne les Bains (Alpes de Alta Provenza), el Primer Simposium Internacional sobre la Protección del Patrimonio Geológico, en el que se firmó la Declaración Internacional de los Derechos de la Memoria de la Tierra. En ella, más de cien especialistas de treinta países instaban a las autoridades internacionales y nacionales a tener en cuenta un nuevo patrimonio, el patrimonio geológico, y a tomar medidas efectivas para su conservación.

Existen numerosas definiciones de patrimonio geológico, pero en nuestro país una de las más utilizadas es la que incluyó Antonio Cendrero, especialista y pionero en geoconservación en España, en la monografía editada en 1996 por el Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente (Cendrero, 1996). Una versión extendida de dicha definición fue adoptada en 2004 por la Comisión de Patrimonio Geológico de la Sociedad Geológica de España, con la vocación de servir de referencia en nuestro país. Según ésta, «por patrimonio geológico se entiende el conjunto de recursos naturales geológicos de valor científico, cultural o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas, meteoritos, fósiles, suelos y otras manifestaciones geológicas que permiten conocer, estudiar e interpretar: (a) el origen y evolución de la Tierra, (b) los procesos que la han modelado, (c) los climas y paisajes del pasado y presente y (d) el origen y evolución de la vida».

A partir de esta definición, cabe hacer las siguientes consideraciones:

- El patrimonio geológico está constituido por elementos naturales; por lo tanto, tiene carácter de patrimonio natural. En principio, los elementos antrópicos de cualquier tipo relacionados con la geología no forman parte de este patrimonio, aunque la tendencia actual es a tenerlos en cuenta bajo diversas denominaciones, aún poco asentadas

en lo que respecta a los conceptos que representan según los diversos autores: georrecursos culturales, recursos geoculturales, patrimonio geológico intangible, recursos no geóticos de interés geológico, etc.

- A pesar de ser un patrimonio natural, el valor de los elementos que lo constituyen viene en principio determinado no por su estado «natural», ambiental o ecológico, sino por su interés científico, cultural o educativo. Por lo tanto, su valoración primaria es científica/cultural. Sin embargo, definiciones alternativas del patrimonio geológico sí incluyen como elementos de valor patrimonial el papel de determinados componentes de la gea como proveedores de marco y sustento, tanto para los ecosistemas y la biodiversidad que albergan (roles y servicios ecológicos), como para los seres humanos (roles y servicios ambientales o ecosistémicos, en sus cuatro clases: de soporte, de aprovisionamiento, de regulación y culturales).
- El patrimonio geológico comprende elementos inmuebles que forzosamente han de conservarse *in-situ* (formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, suelos), pero también elementos muebles que pueden ser objeto de recolección, tráfico, almacenaje y exposición: rocas, minerales, fósiles, meteoritos... El patrimonio geológico inmueble de un territorio está formado por el conjunto de Lugares de Interés Geológico (LIGs, también denominados geositos) que alberga. Los LIGs se definen como áreas o zonas de interés científico o didáctico que muestran características consideradas de importancia dentro de la historia geológica de una región natural.
- El patrimonio geológico está formado por recursos de carácter mayoritariamente no renovable cuya destrucción es casi siempre irreversible (por ejemplo, los fósiles y yacimientos fosilíferos que forman el patrimonio paleontológico), aunque también incluye recursos renovables que tienen la propiedad de autorestablecerse si se usan de manera sostenible. Es el caso de los elementos integrantes del patrimonio hidrogeológico: fuentes de aguas minerales, géiseres y otras manifestaciones termales, etc.

Debe tenerse en cuenta que la valoración científica o didáctica de los elementos geológicos del medio natural está sujeta a revisión permanente, no solo a causa de los cambios naturales o antrópicos que sufren esos propios elementos, sino también al progreso de la ciencia geológica y de los métodos, técnicas y herramientas didácticas. Además, dicha valoración siempre debe hacerse dentro de una escala de referencia previamente establecida. Así, hay elementos del patrimonio geológico que tienen interés exclusivamente local,

pero algunos lo tienen a escala regional o nacional, y un número más reducido es de interés global. La valoración conlleva siempre, como ocurre con todos los elementos de cualquier tipo de patrimonio (histórico, artístico, etc.), un cierto grado de subjetividad.

Un concepto muy relacionado pero diferente al de patrimonio geológico es el de geodiversidad, entendida como la variedad o rango natural de diversidad de rasgos geológicos presentes en un área, definida tras considerar el número, frecuencia y distribución de esos rasgos.

En principio, la geodiversidad de un territorio es una propiedad específica e intrínseca del mismo y, al menos en teoría, puede ser medida, valorada y comparada con la de otras áreas diferentes. Ahora bien, una dificultad muy importante en la caracterización de la geodiversidad surge a la hora de definir qué conjuntos (clases) de elementos geológicos deben considerarse. Así, para definir la geodiversidad de un área puede atenderse a la variedad de rocas presentes (diversidad litológica), a la de geoformas (diversidad geomorfológica), a la de fósiles (diversidad paleontológica), a la de estructuras tectónicas (diversidad estructural), a la de ambientes sedimentarios..., y también, a otra clase independiente, no constituida como las anteriores por materiales o procesos, sino por hitos temporales: la edad geológica. Para algunas de estas clases existen clasificaciones sistemáticas de uso universal. Por ejemplo, para la edad geológica puede usarse la Tabla Cronoestratigráfica Internacional de la Comisión Internacional de Estratigrafía; para las rocas ígneas, la Clasificación de Rocas Ígneas elaborada por la Subcomisión sobre la Sistemática de las Rocas Ígneas (ambas comisiones establecidas por la Unión Internacional de Ciencias Geológicas, IUGS por sus siglas en inglés). Pero no hay clasificaciones de este tipo para todas las posibles clases de rasgos geológicos. Por estos y otros motivos, y debido a la relativa juventud del estudio sistemático de la geodiversidad, todavía no se ha alcanzado un consenso amplio y satisfactorio sobre el significado, contenido y aplicación de este concepto.

En todo caso, para conservar adecuadamente la geodiversidad de un territorio primero han de seleccionarse, mediante su inventariación, un conjunto de entidades físicas finitas, es decir, rasgos geológicos concretos (afloramientos, formas del terreno, agrupaciones de ellos, etc.). Esta selección debe hacerse de tal manera que dicho conjunto constituya la muestra más amplia y mejor conservada posible de la variedad natural de materiales, formas, estructuras, y procesos presentes en él, además de una representación adecuada y fidedigna de su historia geológica.

Para muchos autores y agencias de protección de la naturaleza, el patrimonio geológico de una región está constituido precisamente por ese conjunto de rasgos concretos, seleccionados para representar de manera fidedigna su geodiversidad; cada uno de esos rasgos seleccionados correspondería a un LIG. Sin embargo, para que el inventario de LIGs de un

territorio sea realmente representativo de su geodiversidad, la ponderación del valor patrimonial geológico debe hacerse en un marco geográfico bien delimitado, e incluir al menos tres criterios:

- Representatividad: ser un notable ejemplo de los estadios evolutivos de la historia geológica de la región, o constituir un buen registro de los materiales, procesos o acontecimientos geológicos que han tenido lugar en él.
- Excepcionalidad (singularidad o rareza): constituir un registro de fenómenos geológicos raros, superlativos o de excepcional transcendencia, o contener formaciones o elementos que proporcionan información fundamental o resultan de especial utilidad para estudiar e ilustrar procesos, materiales, formaciones, estructuras o edades geológicas.
- Diversidad: contribuir a que el conjunto de los lugares escogidos sea representativo de la variedad de rasgos geológicos de la región.

En los planes y actuaciones de conservación y gestión de la geodiversidad suelen considerarse además otros criterios, como el estado natural, el valor ecológico de los elementos geológicos como sustento de hábitats o biotopos o como proveedores de servicios ambientales. Dicho de otro modo, en estos planes los elementos geológicos pueden protegerse por el simple hecho de existir en un estado natural preservado en mayor o menor grado, o por considerarse representativos de la gea local y formar parte de los ecosistemas locales, sin que tengan que justificarse siempre las medidas de conservación por su valor o especial interés científico, cultural o didáctico.

Patrimonio geológico y geodiversidad. Estatus legal en España y Canarias

En lo que se refiere al status legal del patrimonio geológico y la geodiversidad en nuestro país, debe indicarse que estos conceptos, definidos en la forma que se ha apuntado en el apartado anterior, no fueron incluidos de forma explícita en la legislación medioambiental española hasta fechas muy tardías. En concreto, hasta el año 2007, en el que se promulgaron tres leyes: la Ley 5/2007, de 3 de abril, de la Red de Parques Nacionales; la Ley 45/2007, de 13 de diciembre, de Desarrollo Sostenible del Medio Rural y, muy especialmente, la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. No podemos en esta ocasión realizar un análisis detallado de las implicaciones jurídicas que suponen estas tres leyes y los reglamentos que las desarrollan para el patrimonio geológico y la geodiversidad, pero conviene destacar algunas cuestiones recogidas en esos textos legales:

- El patrimonio geológico y la geodiversidad tienen una función social relevante por su estrecha vinculación con el desarrollo, la salud y el bienestar de las personas y por su aportación al desarrollo social y económico. Todos los poderes públicos, en sus respectivos ámbitos competenciales, tienen el deber de velar por la conservación y la utilización racional de ese patrimonio.
- El Ministerio de Medio Ambiente, con la colaboración de las Comunidades Autónomas y de las instituciones y organizaciones de carácter científico, debe elaborar y mantener actualizado un Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (IEPNB), que incluye un Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG).
- El Ministerio de Medio Ambiente, en colaboración con el resto de los Ministerios y la participación de las Comunidades Autónomas, debe elaborar el Plan Estratégico Estatal del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, que se revisará al menos cada seis años y cuyo objeto es, entre otros, el establecimiento y la definición de objetivos, acciones y criterios que promuevan la conservación, el uso sostenible y, en su caso, la restauración del patrimonio geológico y de la geodiversidad.
- La introducción de la geodiversidad es obligatoria en las principales figuras y planificaciones que recoge la normativa, tales como los Planes de Ordenación de Recursos Naturales (PORNs) o las Declaraciones de Espacios Naturales Protegidos (ENPs).

Para la elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG), reglamentada por el Real Decreto 556/2011, de 20 de abril, para el desarrollo del Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, se adoptó la metodología del programa internacional «Global Geosites» puesto en marcha en 1996 por la IUGS con el copatrocinio de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO por sus siglas en inglés). El objeto de este programa es elaborar un listado mundial de los lugares más importantes para la ciencia geológica. En el marco de este programa, se definen primero en cada país unos sistemas de referencia en forma de grandes contextos geológicos denominados «*frameworks*», sobresalientes a nivel internacional, tras lo que se seleccionan con formato homogéneo los lugares de interés geológico («*geosites*») representativos de cada uno de los contextos. El responsable en nuestro país de este proyecto es el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), que es también el organismo legalmente responsable de finalizar el IELIG en coordinación con las comunidades autónomas. En el año 2000, el IGME elaboró una lista inicial de 20 contextos geológicos españoles de

relevancia internacional (García-Cortés, 2008), a los que se añadió uno más en el año 2014, cuando se cerró la lista definitiva. Esta lista figura recogida en el Anexo VIII de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Según dicha ley, el IELIG debe incluir, al menos, los LIGs representativos de esos contextos geológicos, aunque también comprende inventarios a escalas de menor rango y representativos de la gea de áreas más pequeñas dentro de esos contextos, en particular los inventarios oficiales (es decir, recogidos en la legislación) de carácter autonómico. En el IELIG, todo el territorio de Canarias constituye un contexto único no compartido con ninguna otra región autónoma, el nº15, denominado «Edificios y morfologías volcánicas de las Islas Canarias».

El IELIG, que debe actualizarse cada diez años, se creó como una infraestructura de conocimiento y gestión del patrimonio geológico, de utilidad tanto para su conservación como para su uso científico, didáctico y turístico sostenibles (puede consultarse on-line en la página web: <http://info.igme.es/ielig/>). Ahora bien, tal y como se deduce de los datos que recoge el último informe periódico sobre el estado del patrimonio natural y de la biodiversidad (a fecha de hoy el último disponible es el correspondiente al año 2020), la utilidad del IELIG para esos propósitos es muy diferente según la región considerada. La situación es especialmente deficiente en las comunidades autónomas que, como Canarias, no han elaborado un inventario autonómico oficial; hasta el año 2018 sólo cuatro comunidades autónomas contaban con inventarios de este tipo: Cataluña, Andalucía, País Vasco y Aragón, aunque diversos organismos públicos han publicado inventarios o guías de patrimonio geológico de otras autonomías como Madrid, Castilla-León, Extremadura y Baleares, y de provincias como Alicante o Murcia. A falta de dicho inventario autonómico oficial, los LIGs canarios recogidos hasta la fecha en el IELIG provienen de dos proyectos: el propio proyecto Global Geosites, que a partir de 2007 ha catalogado 14 de estos lugares de relevancia internacional en el archipiélago (5 en La Gomera, 3 en Tenerife, 2 en Gran Canaria, y 1 en cada una de las islas restantes: Fuerteventura, Lanzarote, La Palma y El Hierro), y el proyecto INDICAGEOPARC, financiado por el Organismo Autónomo de Parques Nacionales en 2014, que añadió 33 LIGs más, todos ellos localizados en los parques nacionales de Canarias: 16 en Timanfaya, 11 en El Teide y 6 en la Caldera de Taburiente.

Esta lista de 47 LIGs recogidos en el actual inventario nacional dista mucho de ser una muestra representativa y fidedigna de la geodiversidad de Canarias, y excluye valores patrimoniales geológicos del archipiélago de relevancia internacional, además de muchos otros de relevancia nacional o autonómica. El IELIG tampoco considera el estado de conservación de los LIGs canarios en él recogidos, ni se valora su vulnerabilidad ni su grado de protección, más allá de si se encuentran incluidos en algún espacio natural protegido.

La protección del patrimonio geológico en Canarias

Se define la geoconservación como el conjunto de técnicas, medidas y acciones destinadas a mantener o recuperar el estado natural del patrimonio geológico y la geodiversidad, y también a la corriente de pensamiento y opinión que aboga por la puesta en marcha de estas acciones. Su objetivo no es solo mantener el buen estado de los LIGs, sino respetar su evolución natural. Las actuaciones de geoconservación, junto con la adopción de medidas legales de protección de los elementos destacados de la gea, son dos de las tareas principales que constituyen la moderna gestión del patrimonio geológico y la geodiversidad (Carcavilla *et al.*, 2007).

La protección legal del patrimonio geológico de Canarias se ha llevado a cabo, sin nombrarlo expresamente como tal (recuérdese que la formulación explícita de estos conceptos en la legislación nacional es relativamente reciente), a través de su inclusión en las diferentes categorías de espacios naturales protegidos del archipiélago: parques nacionales y naturales, reservas naturales, monumentos naturales y paisajes protegidos. La única, aunque notable excepción, es el patrimonio paleontológico, considerado hasta la promulgación de la Ley 11/2019, de 25 abril, de Patrimonio Cultural de Canarias, como integrante del patrimonio arqueológico/histórico; así, la norma anterior, Ley 4/1999, de 15 de marzo, de Patrimonio Histórico de Canarias, protegió a algunos de sus componentes como bienes de interés cultural o BICs.

De hecho, todos los LIGs canarios que figuran en el IELIG están incluidos total o parcialmente en algún ENP, cuya declaración y gestión es, a excepción de los parques nacionales y reservas marinas, una competencia autonómica. En Canarias, todas las categorías de ENPs recogidas en la legislación son figuras de protección generalistas, no dedicadas en exclusiva a la protección del patrimonio geológico. Este estatus de protección no es en absoluto exclusivo del archipiélago: la mayor parte del patrimonio geológico y la geodiversidad protegidos legalmente en nuestro país lo está de esta forma. Hay, sin embargo, excepciones, escasas pero muy significativas, en las que se han establecido figuras específicas de protección del patrimonio geológico. Destaca entre ellas el Decreto 274/2015, de 29 de septiembre, del Gobierno de Aragón, por el que se crea el Catálogo de Lugares de Interés Geológico de Aragón y se establece su régimen de protección. En él se establecen dos figuras específicas de protección del patrimonio geológico y la geodiversidad (Lugar de Interés Geológico y Área de Interés Geológico) y se declaran un total de 244 de estos espacios. Otro ejemplo es el Decreto 225/1999, de 9 de noviembre, de la Junta de Andalucía, de regulación y desarrollo de la figura de Monumento Natural, que detalla en su artículo 4 la figura de Monumento Natural de Carácter Geológico, en las que el elemento

principal objeto de protección tiene esa naturaleza; posteriormente la Junta declaró 13 de estos espacios.

En Canarias, los elementos singulares o representativos de la gea están enunciados en el texto legal de declaración de algunos espacios naturales protegidos y forman parte de los fundamentos de protección de dichos espacios (véase la Ley 4/2017, de 13 de julio, del Suelo y de los Espacios Naturales Protegidos de Canarias, y el Decreto Legislativo 1/2000, de 8 de mayo, por el que se aprueba el Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y de Espacios Naturales de Canarias). Sin embargo, en muchos otros ENPs no lo están, y su protección puede considerarse por tanto secundaria o accesorio, resultado solo de su asociación con otros elementos naturales y subordinada a la misma. Esto último también ocurre con el patrimonio geológico englobado en todas las áreas protegidas declaradas en Canarias en virtud de las directivas europeas 79/409/CEE de 2 de abril de 1979, relativa a la conservación de las aves silvestres y 92/43/CEE de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres, es decir, las zonas especiales de conservación y las zonas de especial protección para las aves, respectivamente, todas ellas integradas en la denominada Red Natura 2000.

La categoría generalista más utilizada para otorgar protección legal a los elementos puntuales (de pequeña extensión) destacados de la gea canaria ha sido la de monumento natural. La ley nacional 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad establece que los monumentos naturales son espacios o elementos de la naturaleza constituidos básicamente por formaciones de notoria singularidad, rareza o belleza, que merecen ser objeto de una protección especial. Indica además que se considerarán también monumentos naturales los árboles singulares y monumentales, las formaciones geológicas, los yacimientos paleontológicos y mineralógicos, los estratotipos y demás elementos de la gea que reúnan un interés especial por la singularidad o importancia de sus valores científicos, culturales o paisajísticos. Por su parte, la ley autonómica 4/2017, de 13 de julio, del Suelo y de los Espacios Naturales Protegidos de Canarias, establece que en especial se declararán monumentos naturales las formaciones geológicas, los yacimientos paleontológicos y demás elementos de la gea que reúnan un interés especial por la singularidad o importancia de sus valores científicos, culturales o paisajísticos. En todo caso, en Canarias esta figura se ha usado esencialmente para proteger rasgos de la gea de interés geomorfológico o paisajístico, aunque dichos elementos puedan tener otros valores geológicos adicionales (volcanológico, petrológico, etc.). Otras figuras que por sus características se utilizan habitualmente en otros países para la protección del patrimonio geológico, como por ejemplo los Sitios de Interés Científico (llamados en Inglaterra Sites of Special Scientific Interest-SSSIs) no se han utilizado en Canarias, por razones que el autor ignora, para este propósito.

La gestión del patrimonio geológico amparado legalmente por los ENPs de Canarias sigue siendo en líneas generales bastante deficiente. Como punto de partida, el simple medio geológico (no digamos ya sus valores patrimoniales) suele estar pobremente definido y caracterizado en los documentos de gestión informativos de estos espacios, incluso aunque los elementos de la gea constituyan los principales valores naturales a proteger, o al menos estén enunciados en la norma de declaración. A excepción de los parques nacionales, los ENPs canarios tampoco disponen de ningún inventario oficial de recursos geológicos, mínimamente sistemático y realizado con metodología y criterios uniformes y actualizados, como el que por ejemplo lleva a cabo el programa «*Geologic Resource Evaluation*» (GRE) del Servicio de Parques Nacionales de los EEUU, en colaboración con el Servicio Geológico de ese país. En consecuencia, los instrumentos de ordenación y gestión de los espacios protegidos incluyen muy pocas medidas específicas de conservación y uso público del patrimonio geológico como tal, e incluso se han dado algunos casos puntuales en que las medidas planificadas para la conservación o restauración de otros elementos naturales han podido interferir o provocar la destrucción de algunos elementos geológicos de interés. Una situación muy similar se da en las zonas terrestres y marinas integrantes de la Red Natura 2000. Por supuesto, en el resto del territorio del archipiélago (aproximadamente el 50% del total), la situación es todavía peor, a pesar de que en los últimos años se han llevado a cabo algunas tímidas iniciativas de gestión del patrimonio geológico a escala municipal en varias islas (Gran Canaria, Tenerife, Fuerteventura...), con resultados aún embrionarios.

Por último, merecen comentario aparte los numerosos instrumentos que, auspiciados por algunos de los programas de desarrollo sostenible de la UNESCO se han declarado en Canarias. Nos referimos a los Sitios y Bienes del Patrimonio Mundial (amparados por la Convención del Patrimonio Mundial), las Reservas de la Biosfera (del Programa MaB, Hombre y Biosfera), y muy en especial a los Geoparques Mundiales de la UNESCO, del Programa Internacional de Ciencias Geológicas y Geoparques (IGGP). A fecha de hoy, en Canarias hay cinco integrantes de la lista de Patrimonio Mundial, de los cuales dos son sitios de carácter natural y uno de carácter mixto (natural-cultural). Canarias cuenta también con siete Reservas Mundiales de la Biosfera (una en cada una de las islas mayores), y dos Geoparques Mundiales, el de El Hierro (declarado en 2014) y el de Lanzarote y Archipiélago Chinijo (en 2015; <https://geoparquelandzarote.org>), más algún otro que está en fase de estudio.

Algunos de estos instrumentos están directamente relacionados con el patrimonio geológico. Es el caso del Parque Nacional del Teide, declarado en 2007 Sitio del Patrimonio Mundial por sus valores geológicos (entre otros), y muy especialmente el de los dos geoparques canarios. Pero, a falta

de datos oficiales y estudios específicos, resulta muy difícil evaluar el impacto real de estos instrumentos en la conservación y adecuada gestión del patrimonio geológico del archipiélago. En lo que respecta a los dos geoparques, al menos han servido para avanzar en la primera tarea que debe abordarse en dicha gestión, como es la valorización e inventariación, a través de la definición y ponderación de los LIGs incluidos en sus respectivos territorios (véase más adelante), además de servir de instrumento de ordenación, promoción y divulgación a través de diversas actuaciones e iniciativas (e.g. Guillén *et al.*, 2015; Galindo *et al.*, 2017; Dóniz-Páez *et al.*, 2019).

Los geoparques son instituciones dedicadas específicamente a la conservación del patrimonio geológico y la geodiversidad a través del geoturismo. La primera definición formal de este último término la proporcionó Thomas A. Hose, de la Universidad de Bristol, en 1995. Este autor definió originalmente el geoturismo como «la provisión de instalaciones y servicios interpretativos para permitir a los turistas adquirir conocimientos y comprender la geología y geomorfología de un lugar, más allá del nivel de simple apreciación estética» (Hose, 2005). Esta definición fue perfeccionada posteriormente por el mismo autor y otros; una versión sintética actualizada podría enunciarse en estos términos: «el geoturismo es la provisión de instalaciones y servicios interpretativos para promocionar el valor y los beneficios sociales, actuales y futuros de los geositos junto con sus artefactos asociados, tanto *in situ* como *ex situ*, generando grupos involucrados en su defensa a través de su reconocimiento, aprendizaje e investigación».

Otros autores han proporcionado posteriormente otras definiciones similares, pero de ámbito más amplio. Así, Newsome & Dowling (2010), establecieron que el geoturismo es «una clase de turismo de naturaleza que está enfocado específicamente a la geología y el paisaje. Promociona la visita de los geositos por los turistas, la conservación de la geodiversidad y la comprensión de las ciencias de la Tierra a través de la apreciación y el aprendizaje. Estos últimos se alcanzan mediante visitas autónomas a elementos geológicos, el uso de senderos o rutas geológicas, miradores y centros de visitantes, etc., así como las visitas guiadas y otras actividades». La filosofía de los geoparques es proteger el patrimonio geológico de una región determinada a partir de la explotación económica ordenada y sostenible de dicho recurso patrimonial mediante el geoturismo, de tal modo que esa explotación genere ingresos económicos y sea fuente y motor de desarrollo, educación, cultura y bienestar para la comunidad local (que así, en teoría, tendrá más alicientes para implicarse en la geoconservación).

El término geoparque («*geopark*», en inglés) es una marca registrada que pertenecía originalmente a una asociación internacional sin ánimo de lucro, la Red Europea de Geoparques o *European Geoparks Network* (EGN)

(<http://www.europeangeoparks.org/>). Esta red, cuya oficina de coordinación tiene sede permanente en el geoparque Haute Provence, Digne les Bains, Francia, fue fundada por cuatro parques geológicos de cuatro diferentes países europeos: Reserve Geologique de Haute-Provence (Francia), Natural History Museum of Lesbos Petrified Forest (isla de Lesbos, Grecia), Geopark Gerolstein/Vulkaneifel (Alemania) y Parque Cultural del Maestrazgo (Teruel, España). Estos cuatro parques firmaron la Carta de Geoparques Europeos el 5 de Junio de 2000 en Lesbos. En abril de 2001 la EGN firmó con la División de Ciencias de la Tierra de la UNESCO un acuerdo oficial de colaboración que colocó a la red europea bajo los auspicios de la organización. En febrero de 2004, los 17 geoparques que formaban entonces la EGN, junto con 8 geoparques de China, se reunieron en la sede principal de la UNESCO en París para formar la Red Global de Geoparques (*Global Geoparks Network*, GGN), en la que, bajo el patrocinio de la organización (pero no en el seno de un programa propio de la misma), estas iniciativas locales podían beneficiarse del intercambio de información y la cooperación entre ellas. En octubre de 2005 la EGN, en el marco del convenio de colaboración con la UNESCO, firmó una declaración oficial (la Declaración de Madonie) por la cual la EGN se convirtió en la rama o red regional para Europa de la GGN de la UNESCO, que a su vez en septiembre de 2014 se convirtió en una ONG sujeta a la legislación francesa. Por último, el 17 de noviembre de 2015, durante la 38 Conferencia General de la UNESCO, los 195 estados miembros de la organización ratificaron la creación de una nueva marca, «*UNESCO Global Geoparks*» dentro de un nuevo programa internacional de la institución en colaboración con la IUGS, el Programa Internacional de Ciencias Geológicas y Geoparques (<http://www.european-geoparks.org/www.unesco.org/en/earth>).

La declaración de geoparque mundial de la UNESCO no es, al menos en teoría, un simple sello de distinción turística, como parece deducirse de algunas declaraciones políticas en los medios de comunicación del archipiélago, e implica responsabilidades y compromisos firmes en la defensa del patrimonio geológico. Según las directrices operativas para los geoparques mundiales, inspiradas en la Carta Europea de Geoparques, los criterios que deben cumplir los geoparques mundiales de la UNESCO son, entre otros, los siguientes:

- Deben tener una frontera delimitada claramente, ser de tamaño adecuado para cumplir sus funciones y contener un patrimonio geológico de importancia internacional verificado por científicos profesionales.
- Deben utilizar ese patrimonio, en conexión con todos los demás aspectos del patrimonio natural y cultural de la zona, para promover la conciencia y el incremento del conocimiento y la comprensión de

cuestiones esenciales que se plantean a la sociedad en el contexto del planeta dinámico en el que vivimos, entre otros: los procesos geológicos, los riesgos geológicos, el cambio climático, la necesidad de la explotación sostenible de los recursos naturales de la Tierra, la evolución de la vida y el empoderamiento de los pueblos indígenas y las sociedades locales.

- Deben contar con un órgano de gestión que tenga existencia legal reconocida con arreglo a la legislación nacional. Los órganos de gestión deben poseer los recursos adecuados (presupuesto, personal, medios materiales) para ocuparse correctamente de toda la zona del geoparque.
- Deben hacer participar activamente a las comunidades locales y a los pueblos indígenas por ser interesados principales en el geoparque. En asociación con las comunidades locales, deben redactar y aplicar un plan de cogestión que atienda las necesidades sociales y económicas de dichas comunidades.

En la práctica, estas directrices hacen difícil que la gestión de estos instrumentos –si aspiran a ser declarados como tales– quede en manos distintas de las gubernamentales, sean locales, regionales o nacionales. La realidad en Canarias es que estos instrumentos han sido impulsados exclusivamente desde las instituciones oficiales, cuentan con órganos de gestión deficitarios y en ellos la participación y poder de decisión de los actores locales es escasa. Además, los elementos naturales que pretenden proteger están sometidos a la intensa presión que –con ayuda de esas mismas instituciones– ejerce la industria turística, dominada por grandes corporaciones, empresas e inversores internacionales, cuyo único objetivo es la mayor rentabilidad posible en el menor plazo posible. En el caso del patrimonio geológico de Canarias, esta presión no solo se traduce en la destrucción o degradación a gran escala (urbanística, edificatoria o extractiva) de formaciones de gran extensión: conos volcánicos, playas, campos de dunas, malpaíses, etc. También, cada vez con mayor frecuencia, se produce la afección irreversible por parte de los visitantes de grandes o pequeñas estructuras geológicas que resultan atractivas por su imagen o estética. Estas estructuras son divulgadas y puestas de moda a través de las redes sociales, y en consecuencia cada vez son más visitadas con el simple propósito de fotografiarse en ellas, o de realizar actividades festivas, lúdicas, deportivas o supuestamente espirituales. Ello conlleva su degradación o destrucción por pisoteo, circulación de vehículos varios, grafiti, fuego, campismo, acumulación de basura, y también por la extracción, recolección, movimiento y apilamiento de materiales pétreos, por no hablar del simple vandalismo. La situación comienza a ser crítica en algunos lugares destacados; entre otros se pueden citar la Playa de la Baja de la Burra («Pop

Corn Beach» o «Playa de las Palomitas») y el Barranco de los Encantados o de los Enamorados, ambos en La Oliva (véase Martín-González *et al.*, 2021), o la «Roca Cocodrilo» cerca de la Playa de las Hermosas, costa de Pájara, por poner solo ejemplos muy conocidos de la isla de Fuerteventura, aunque existen muchos otros desperdigados por el resto del territorio canario, incluyendo sus dos geoparques.

Por todos estos motivos, está por ver si estos instrumentos geoturísticos auspiciados por la UNESCO servirán para proteger efectivamente y posibilitar el disfrute ordenado, a ésta y las generaciones futuras, del rico y valioso patrimonio geológico de Canarias, o al final se quedarán simplemente en una novedosa imagen de marketing para la promoción de atracciones turísticas adicionales, con el fin de seguir captando flujos masivos de visitantes al archipiélago.

Últimos avances y perspectivas del patrimonio geológico de Canarias

Como se ha indicado, uno de los mayores problemas con que se enfrenta la gestión del patrimonio geológico de Canarias es la ausencia de algo tan básico e indispensable como su conocimiento y evaluación, es decir, su inventariación.

En realidad, en Canarias existen, además de los dos inventarios ya incluidos en el IELIG y citados en apartados anteriores, diversos inventarios de patrimonio geológico de rango insular o local, realizados por varias instituciones gubernamentales y académicas, siguiendo metodologías diversas. A modo de ejemplo pueden citarse los realizados por los dos geoparques; el de El Hierro incluye 43 LIGs (28 terrestres y 15 marinos), así como 7 geozonas terrestres y 4 geozonas marinas. En Lanzarote y el Archipiélago Chinijo se inventariaron 64 LIGs: 49 terrestres y 15 marinos. Se han llevado a cabo también otras iniciativas a nivel insular, como el Inventario de Recursos Vulcanológicos de Fuerteventura, o a nivel municipal, como los inventarios de patrimonio geológico de las costas de Arucas, Telde y Las Palmas de Gran Canaria, o del municipio de Granadilla de Abona. Por último, cabe citar los diversos inventarios y valoraciones del patrimonio geomorfológico o paleontológico de elementos singulares y pequeñas áreas naturales; no se consideran aquí los listados de puntos de interés incluidos en algunas guías geoturísticas de diversas islas, ya que estos puntos se seleccionan con fines puramente turísticos y no a partir de evaluaciones sistemáticas del valor patrimonial geológico global.

Sin embargo, no se dispone de un inventario autonómico oficial realizado con una metodología única, actualizada y homologada con los estándares nacionales, que cubra todo el territorio del archipiélago. La

confección del tal inventario podría abordarse de distintas formas. La que en principio parece más factible es su elaboración a partir de los planes insulares de ordenación de los recursos naturales. Como se indicó, la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, establece que la consideración del patrimonio geológico y la geodiversidad es obligatoria en dichos planes. En Canarias, la inclusión de algunos inventarios de patrimonio geológico en los PORNs insulares (que por ley se integran en unos planes urbanísticos insulares de mayor alcance, denominados planes insulares de ordenación del territorio o PIOTs), es, de hecho anterior a la ley nacional; así, el primer PORN de la isla de La Gomera contenía un inventario con 15 LIGs realizado en 1998 (Coello-Bravo & Castillo, 1998).

En principio, si se dispusiera de un inventario insular de lugares de interés geológico para todas las islas, realizados según la metodología empleada para la elaboración del IELIG (García Cortés *et al.*, 2019) e integrados en los respectivos PORNs insulares (que como hemos visto tienen rango normativo), la elaboración del inventario autonómico oficial implicaría sencillamente recopilar todos los LIGs definidos en ellos, excluyendo las posibles redundancias mediante la ulterior selección de solo los mejores ejemplos a escala de todo el archipiélago. La dificultad estriba en que tras la entrada en vigor de la Ley 4/2017, de 13 de julio, del Suelo y de los Espacios Naturales Protegidos de Canarias, los LIGs incluidos en los ENPs tendrían que ser objeto de inventariación aparte a través de los correspondientes documentos normativos de planeamiento y gestión de estos espacios (planes rectores de uso y gestión, planes directores y normas de conservación).

Pues bien, avanzando en esta línea, el Cabildo de Tenerife anunció en 2018 una revisión parcial del PIOT, que precisamente incluía, entre las actuaciones previstas, la elaboración del inventario insular de patrimonio geológico siguiendo la metodología del IELIG. Según la documentación oficial publicada por la institución insular, ésta adjudicó en abril de 2019 el contrato del «Servicio para la revisión, actualización y completación (sic) del contenido constitutivo del Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Plan Insular de Ordenación de Tenerife». El plazo máximo de ejecución era de 10 meses. A fecha de hoy el autor desconoce el estado de este procedimiento y si es intención del Cabildo de Tenerife, del resto de cabildos insulares o del gobierno autonómico la aprobación de los inventarios insulares o del inventario autonómico de patrimonio geológico con rango legal.

Para servirles de apoyo en esta tarea, el IGME, a través de su delegación en Las Palmas de Gran Canaria y en colaboración con varias instituciones locales (Museo de Ciencias Naturales de Tenerife, Universidad de La Laguna y Universidad de Las Palmas de Gran Canaria) inició en 2018 el proyecto trianual LIGCANARIAS (Lugares de interés geológico de Canarias: estudio, inventario y divulgación; <http://www.igme.es/LIGcanarias/>), financiado por

la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI) del Gobierno de Canarias, y cofinanciado por los Programas Operativos FEDER y FSE de Canarias 2014-2020.

Aunque el objetivo más importante de este proyecto, la elaboración de un inventario completo de LIGs de Canarias, aún no está disponible, ya ha producido resultados importantes, entre los que destacan los dos siguientes:

- Se ha elaborado y publicado un manual para la elaboración del inventario de lugares de interés geológico de Canarias (Vegas *et al.*, 2020). Este manual adapta la metodología usada para la elaboración del IELIG a las particularidades del archipiélago, por lo que es plenamente compatible con dicho instrumento y resto de normativa nacional.
- Se han definido un total de 13 contextos geológicos de relevancia regional representativos de la geodiversidad de Canarias. Estos contextos se han concebido con el objetivo de que puedan incluirse todos los elementos, procesos y formas integrantes de la geología canaria.

La existencia de un número de rasgos y ambientes geológicos tan alto como para sustentar y justificar hasta trece contextos diferentes, es de por sí una demostración palpable de la enorme variedad y valor patrimonial de la gea del archipiélago. Muchos de estos contextos regionales, como por ejemplo el nº12 «Procesos hidrogeológicos, hidrotermales y mineralizaciones asociadas», dedicado a las manifestaciones superficiales de los acuíferos insulares, desde manantiales o nacientes hasta surgencias de aguas termales o carbónicas singulares por su temperatura o composición química, incluyen valores y elementos geológicos nunca antes considerados desde esta perspectiva patrimonial, algunos de ellos de probable relevancia internacional.

En la actualidad, el Gobierno de Canarias está elaborando el borrador de una nueva ley de biodiversidad y de los recursos naturales del archipiélago. Sería deseable que la futura ley tenga en cuenta estos resultados para que el proyecto, financiado con dinero público y realizado con clara vocación práctica, no caiga en saco roto.

Conclusión

Debido a su relativamente larga historia geológica –de duración nada frecuente en islas volcánicas oceánicas– y a su posición geográfica cercana al continente africano, el archipiélago canario atesora un rico patrimonio geológico que comprende importantes valores volcanológicos, petrológicos, geomorfológicos, paleontológicos, paleoclimáticos, etc., sin contar los

importantes roles y servicios paisajísticos, ecológicos y ecosistémicos de la gea de las islas. Pero aunque en los últimos años la legislación nacional lo ampara, posibilitando así su pública defensa, y se han tomado iniciativas desde diversos ámbitos locales para su conservación y disfrute ordenado, el patrimonio geológico de Canarias se halla hoy en una encrucijada. Por un lado, las autoridades autonómicas, insulares y municipales no terminan de asumir su protección formulando y adaptando en primer lugar las leyes, normas y planes de su competencia para que incluyan de forma integral y efectiva a esta parte fundamental del patrimonio natural del archipiélago, y a continuación haciéndolas cumplir. Por otro, la presión residencial y turística sobre él se incrementa día a día –incluso sobre los componentes localizados en espacios naturales protegidos– sin que nadie parezca querer o poder detenerla, ejerciendo impactos cada vez más rápidos, severos e irreversibles.

En virtud de los principios del desarrollo sostenible, que afirman que los recursos naturales del planeta no pertenecen a la generación presente, sino que ésta los usa solo en préstamo, no cabe más que seguir trabajando como sociedad en pro de la defensa de este rico, pero todavía muy desconocido patrimonio de las islas Canarias. Hagámoslo con la esperanza de que las próximas generaciones puedan disfrutar de nuestro éxito, en vez de sufrir las consecuencias de nuestro fracaso.

Bibliografía

- CARCAVILLA, L. (2012). *Geoconservación*. Colección Planeta Tierra. Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Madrid.
- CARCAVILLA, L., J. LÓPEZ-MARTÍNEZ & J.J. DURÁN VALSERO (2007). *Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos*. Serie Cuadernos del Museo Geominero nº7. Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Madrid.
- CENDRERO, A. (1996). El patrimonio geológico. Ideas para su protección, conservación y utilización. En: *El Patrimonio Geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización*. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Madrid, pp. 17-28.
- COELLO-BRAVO, J.J. & C. CASTILLO (1998). El Patrimonio Geológico en el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de La Gomera, Canarias. En: J.J. Durán Valsero & M. Vallejo (eds.). *IV Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico. Comunicaciones*. Sociedad Geológica de España (SGE), Madrid, pp. 57-60.
- DÓNIZ-PÁEZ, F.J., N. HERRERA-RAMOS & M. TOLEDO-MARTÍN (2019). Itinerario geoturístico en el Geoparque Mundial UNESCO de El Hierro (Canarias, España) como estrategia de diversificación de su oferta turística. En: E. Martín-González, J.J. Coello-Bravo & J Vegas (eds.). *El patrimonio geológico: una nueva visión de la Tierra*. Serie Cuadernos del Museo Geominero, nº30. Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Madrid, pp. 123-128.

- GALINDO, I., J. VEGAS, G.A. DÍAZ, C. ROMERO, N. SÁNCHEZ & E. MATEO (2017). Geo-Rutas en coche por el patrimonio geológico del Geoparque de Lanzarote y Archipiélago Chinijo. En: L. Carcavilla, J. Duque-Macías, J. Giménez, A. Hilario, M. Monge-Ganuzas, J. Vegas & A. Rodríguez (eds.). *Patrimonio geológico, gestionando la parte abiótica del patrimonio natural*. Serie Cuadernos del Museo Geominero nº21. Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Madrid, pp. 275-281.
- GARCÍA-CORTÉS, A. (ed.) (2008). *Contextos geológicos españoles. Una aproximación al patrimonio geológico español de relevancia internacional*. Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Madrid.
- GARCÍA-CORTÉS, A., J. VEGAS, L. CARCAVILLA & E. DÍAZ-MARTÍNEZ (2019). *Bases conceptuales y metodología del inventario español de lugares de interés geológico (IELIG)*. CD. Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Madrid.
- GUILLÉN, C., E. MATEO, T. HERNÁNDEZ-MELGAREJO & T. OSORIO (2015). La Caldera del Cuervo: gestión integral de un LIG en el Geoparque de Lanzarote y Archipiélago Chinijo. En: A. Hilario, M. Mendia, M. Monge-Ganuzas, E. Fernández, J. Vegas & A. Belmonte (eds.). *Patrimonio geológico y geoparques, avances de un camino para todos*. Serie Cuadernos del Museo Geominero nº18. Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Madrid, pp. 591-524.
- HOSE, T.A. (2005) Geotourism – Appreciating the deep time of landscapes. En: M. Novelli (ed.). *Niche Tourism. Contemporary issues, trends and cases*. Elsevier, Amsterdam, pp. 27-37.
- MARTÍN-GONZÁLEZ, E., J. VEGAS, C. ROMERO, N. SÁNCHEZ & I. GALINDO (2021). Anthropogenic impacts affecting the conservation of the geoheritage of Barranco de los Encantados (Fuerteventura, Canary Islands). En: G. Lozano, J. Luengo, A. Cabrera & J. Vegas (eds.). *Building connections for global geoconservation. X International ProGEO Symposium Abstract Book*. Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Madrid, pp. 75-76.
- NEWSOME, D. & R.K. DOWLING (2010). The scope and nature of geotourism. En: D. Newsome & R.K. Dowling (eds.). *Geotourism: The Tourism of Geology and Landscape*. Goodfellow Publishers Limited, Oxford.
- VEGAS, J., N. SÁNCHEZ, C. ROMERO & I. GALINDO (2020). *Manual para la elaboración del Inventario de Lugares de Interés Geológico de Canarias. LIGCANARIAS*. Disponible para su descarga en: http://www.igme.es/LIGcanarias/descargas/Manual_Inventario%20LIG%2022-10-2020_final.pdf

5. La salud en los tiempos de la COVID-19

Javier González

Lcdo. Medicina especialista en Medicina del Deporte.

Deportista y escritor.

Vocal de la Junta Gobierno del IEHC

La llegada de la COVID-19 no solo ha representado un cambio muy significativo en nuestros hábitos, sino que además parece recordarnos la conveniencia de mantenernos en un estado saludable para, en su caso, poder enfrentarnos con mayores garantías a la enfermedad. Una vez pasado el periodo de confinamiento, el lento proceso con el que se avanza hacia la nueva normalidad, con sus restricciones y prohibiciones, va generando una sensación de fatiga que poco a poco nos ha ido afectando. Hemos ido aceptando las sucesivas evidencias que van modelando nuestro comportamiento frente a la pandemia, al tiempo que se generaliza la conveniencia del uso de la mascarilla como la barrera más efectiva entre el virus y nuestros pulmones. La COVID-19 también está provocando un notorio incremento del sedentarismo y de la proporción de tiempo que dedicamos a pasar delante de las pantallas del ordenador o del móvil, lo que puede también repercutir de modo importante sobre nuestra salud.

Gracias por las palabras de presentación y por la oportunidad brindada desde el Instituto de Estudios Hispánicos para compartir con todos ustedes esta Semana Científica Telesforo Bravo.

Aprovecho una de las mejores novelas, a mi modo de leer, de Gabriel García Márquez, para dar título a esta conferencia. Pues, al igual que en «*El amor en los tiempos del cólera*», creo que la COVID-19, junto con su

propagación como si del cólera se tratara, que obliga a vivir permanentemente pendientes de la enfermedad y/o de no enfermarse, es tan necesario el amor como la salud. La COVID-19 exige mantenernos en una situación aun más saludable, si cabe, para afrontar con mayores garantías la posible afección, pero también nos ha de mantener alerta para que el nuevo modelo de vida (esperemos que transitorio por corto tiempo) evite el que enfermemos de otras patologías.

Curiosamente se cumple durante esta semana en la que se celebra este ciclo de conferencias un año de nuestra convivencia a nivel mundial con este coronavirus. Pasamos por un confinamiento, que supuso una carrera de cien metros, donde todos lo entendimos, fuimos «buenos» y «buenos» fueron nuestros propósitos, y «buenas» nuestras intenciones al ver que la capa de ozono mejoraba, que teníamos tiempo para la familia, etc. Tras la vuelta a la nueva normalidad se ha convertido en una maratón en la que la fatiga está haciendo mella en todos nosotros. Esta fatiga viene dada en parte por una superposición de restricciones e imposiciones que acaban por cansar al ver que desde el punto de vista político sanitario no pareciera haber acuerdo y, por otra parte, al evidenciar que como buenos latinos cada cual interpreta lo legislado a su manera. A su vez surgen opiniones para todos los gustos y movimientos que defienden posturas contradictorias con las oficiales, como pueden ser los movimientos negacionistas del tipo antivacunas, antimascarillas, etc. o bien que abogan por el sálvese quien pueda y vivir como antes de la llegada del virus.

Por lo que concierne a los aspectos puramente médicos buena parte de la confusión proviene de los propios estudios científicos cuando son trasladados a la población general. No es lo mismo un texto publicado en una revista científica que ha pasado los controles de edición oportunos que aquel publicado como «preprints» en el que todavía no ha pasado el periodo de escrutinio de otros científicos pero que por la importancia de lo expuesto su contenido se avanza aún a sabiendas que no está refrendado en humanos (por ejemplo), por lo que deben ser tenidos por provisionales, no definitivos. Esta popularización de lo científico acarrea consigo una pérdida de información imprescindible para entender los procesos estadísticos que tratan de explicar lo que ocurre y todo ello aumenta aún más la contradicción y, en general, nos vamos agotando.

Un ejemplo claro se produce cuando oímos que el virus puede permanecer en una tarjeta de crédito dentro de la cartera unas tres semanas. Nos asustamos. Pero el estudio nada dice si en esa superficie, aun tocándola a diario, hay carga suficiente de virus para infectar o qué acciones son necesarias para facilitar al virus el poder llegar de la tarjeta a los pulmones.

Si que parece que hay evidencias suficientes para afirmar que:

a) El virus viaja a los pulmones fundamentalmente desde la nariz. De ahí la importancia del adecuado uso de la mascarilla.

b) La limpieza sigue siendo necesaria. Pero sin caer en convertirnos en unos obsesos de la misma (Fig. 1). Las medidas a tomar irán en aumento en función de la situación sanitaria de cada núcleo familiar. Si los miembros de una familia están todos sanos, un escalón. Si hay algunos que por edad o enfermedad se encuentran en población de riesgo las medidas de limpieza deben ser más estrictas. Si uno de los miembros es positivo a la COVID debemos subir otro escalón en limpieza. Todo ello no nos debe llevar a convertirnos en unos obsesos compulsivos de la limpieza.



Fig. 1. Las medidas de limpieza en el ámbito doméstico son necesarias y se incrementarán de acuerdo con la situación sanitaria de los convivientes, evitando los comportamientos obsesivos.

c) El medio ambiente en el que desarrollamos nuestras vidas junto a nuestros semejantes es importante. Se necesita una carga viral para ser infectados. A modo de ejemplo: Es muy difícil que esa carga de virus afecte cuando se juntan seis personas para hablar en la Punta del Viento, en San Telmo, donde sabemos que continuamente el aire nunca toma asiento, y más fácil si en la misma Punta del Viento esas seis personas hablan en el interior de un Seat Seiscientos.

d) Seamos condescendientes. De lo que se trata es de frenar la curva de contagios para que no aumente su número (Fig. 2). No hay país que haya acertado de pleno con las medidas tomadas. Si la imposición de criterios da supremacía a lo sanitario, las economías sufren en demasía. Si se priorizan las medidas económicas el sistema sanitario colapsa. Y no hay que olvidar

que la raíz del problema económico es el sanitario por lo que como ocurre en medicina, habrá que tratar primero la etiología de la enfermedad. A cada país le toca su oleada de viremia, y en función de su «musculatura» económica podrá articular las medidas más adecuadas para que su población acabe lo más intacta posible esta carrera de resistencia. Si queremos seamos egoístas. Cada cual puede pensar que no le afectará el coronavirus y podemos pensar en un hospital lleno de enfermos COVID-19. Pero... ¿Y si en lugar de enfermarse de coronavirus lo hacemos de otra patología? ¿Dónde nos atenderán? Pagamos impuestos: correcto. Pero... ¿Alguna vez nos hemos preguntado cuál es el coste de 100 días de ingreso hospitalario por coronavirus o por otra enfermedad? De ahí la importancia de lograr retrasar el número de casos que ingresen en los hospitales y al mismo tiempo de reducirlos. De lo contrario como decía Celia Cruz: «No hay cama “pa” tanta gente».

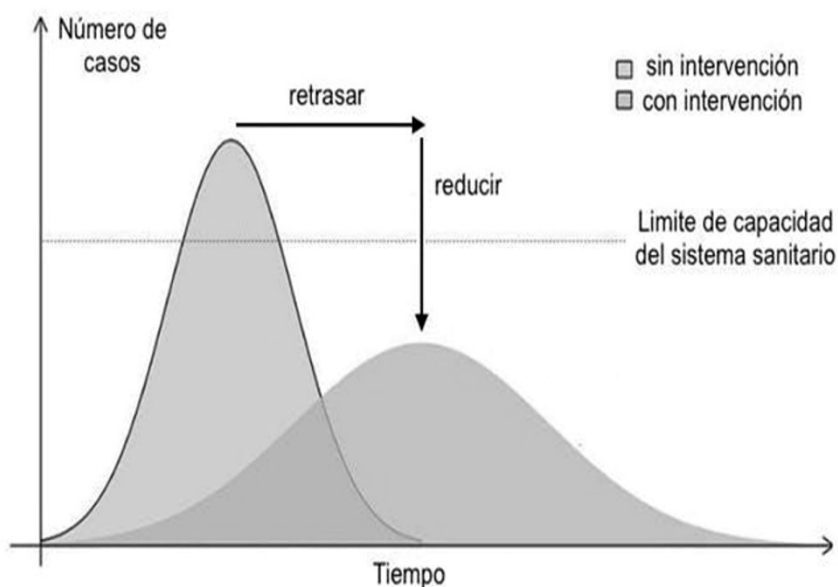


Fig. 2. Frenando la curva de contagios se consigue que en cada momento el número de enfermos que requieren asistencia hospitalaria pueda ser atendido por el sistema sanitario.

Lo cierto es que lo que empezó como un *sprint* de unas semanas de confinamiento ha resultado ser un maratón que se alarga en el tiempo. Un maratón en el que todos queremos tener la razón y en el que por lo general «Solo hacemos lo que NO nos gusta cuando se nos obliga, y solo dejamos de hacer lo que nos gusta cuando se nos prohíbe». Ello implica el que sin darnos

cuenta, poco a poco, vamos tomando posicionamientos que pueden acabar por afectar en nuestra salud comunitaria por sí misma y también a nuestro nivel de salud si tenemos la mala suerte de enfermarnos por coronavirus.



Fig. 3. Diferentes pautas de comportamiento tales como evitar el uso de las manos al toser, su lavado frecuente, tocarse la cara, el empleo correcto de mascarillas o mantener la distancia de seguridad, son fundamentales para evitar la expansión del coronavirus.

Dos aspectos marcan el cambio producido para evitar la COVID-19. El uso de la mascarilla y el aumento del número de horas dedicadas a las pantallas de ordenador y móviles.

Un mayor número de horas con la mascarilla (Fig. 4) no provoca falta de oxígeno, o de lo contrario los cirujanos lo notarían tras tantas horas de quirófano.



Fig. 4. La obligatoriedad del uso de la mascarilla por sus evidentes beneficios la ha convertido en uno de los símbolos de la pandemia.

Sí que hay parte de la población que puede verse afecta:

- Por alergias de contacto (sobre todo cuando los materiales empleados en la confección de las mascarillas no son los adecuados).

- Por el ajuste de las mismas que puede causar lesiones por compresión.
- Porque ciertos tipos de pieles, por sensibles ante la sudoración y la humedad, reaccionan y pueden facilitar dermatitis atópicas.
- A su vez quienes hacen uso de la voz durante muchas horas conviene no olviden hidratar labios y boca para evitar su sequedad y usar algún sistema externo que amplifique su voz para forzarla menos y hacerse entender.

La hidratación y los cuidados propios de la piel facilitan evitar estos problemas.

En cuanto a nuestra salud uno de los aspectos que sin darnos cuenta más ha cambiado nuestras vidas es el aumento de horas ante cualquier tipo de pantalla. Las horas dedicadas a satisfacer las necesidades laborales han aumentado la cuota de tiempo dedicado a la pantalla de ordenadores y móviles (Fig. 5). A su vez las restricciones al ocio lejos del hogar, en una población como la canaria, acostumbrada a compartir buena parte de su vida en exteriores, ha facilitado el mantener conversaciones gracias a los aparatos electrónicos.

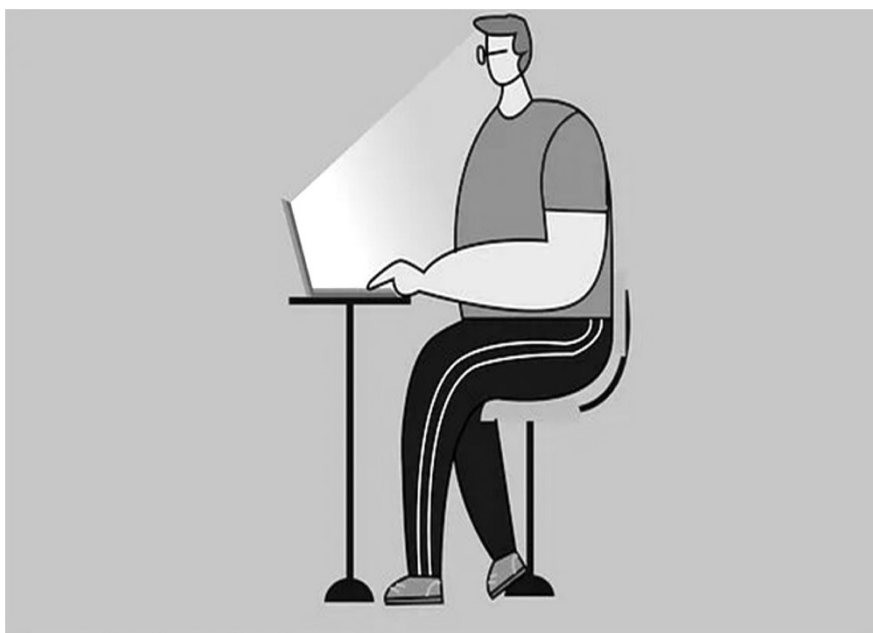


Fig. 5. La cuota de tiempo dedicada a actividades laborales o de ocio con ordenadores y móviles se ha incrementado notablemente durante los meses de pandemia.

El brillo de las pantallas y el tiempo de exposición provocan el cansancio ocular, la sequedad y enrojecimiento de las conjuntivas, así como el dolor de cabeza (Fig. 6). Para evitarlo es muy importante hacer pausas, hidratarnos y hacer ejercicios con los ojos.



Fig. 6. Algunas de las secuelas más evidentes del tiempo excesivo frente a las pantallas se pueden observar en los ojos.

Otro aspecto a tener en cuenta es la posición que adoptamos ante las pantallas. La musculatura cervical y lumbar permanecen contraídas mucho tiempo y esto es perjudicial para la columna. No es de extrañar que tengamos contracturas, dolor de hombros, de riñones y posteriormente dedos de las manos que se duermen, dolores en la zona posterior de los muslos, etc.

Bueno es mantener la posición correcta. Ayudarnos con un balón suizo o *fitball*, y realizar algunos ejercicios de estiramientos cada hora de trabajo sedentario.

Por otra parte, cada cual tiene las manos de un determinado tamaño y los teclados y ratones no están pensados para cada modelo. Esto puede traer como consecuencia lesiones en el túnel carpiano y/o en tendones y músculos del antebrazo. Adecuar el entorno y realizar ejercicios de estiramiento ayuda a evitar lesiones.

Otro tanto ocurre con los teléfonos móviles. Aunque todos tenemos diez dedos cada ser humano tiene una mano cuya morfología es distinta en cuanto al tamaño y grosor de los dedos, etc. y los móviles no están hechos para cada mano en especial (Fig. 7). La elección del móvil, generalmente, no la hacemos en función de la anatomía de nuestras manos sino atendiendo a otras preferencias. Su uso ha aumentado el número de lesiones por

sobresolicitación dependiendo de la forma del agarre al mismo tiempo que movemos los dedos.



Fig. 7. Manos de diferentes tamaños y dedos de distinto grosor tienen que adaptarse al diseño estandarizado de los teléfonos móviles.

Durante la lectura en papel parpadeamos unas veinte veces por minuto. La misma lectura en un móvil la realizamos a razón de cinco veces por minuto, por lo que se facilita una mayor sequedad en la conjuntiva de los ojos.

La posición que adoptamos según la inclinación de la cabeza sobrecarga la columna cervical y posibilita las contracturas en su musculatura.

Así, los dolores en la articulación del dedo gordo precursores de rizartrrosis en los mismos o inflamaciones en las vainas de los tendones de los músculos del brazo se están viendo con mayor frecuencia.

Según la posición que adoptemos con los hombros durante el uso del teléfono móvil también podemos facilitar lesiones en esta articulación.

Si usamos auriculares tener presente el no usarlos de forma prolongada en el tiempo durante más de sesenta minutos y evitar volúmenes por encima del 60%. Todas estas circunstancias relacionadas con el uso del teléfono móvil son esquematizadas en la figura 8.

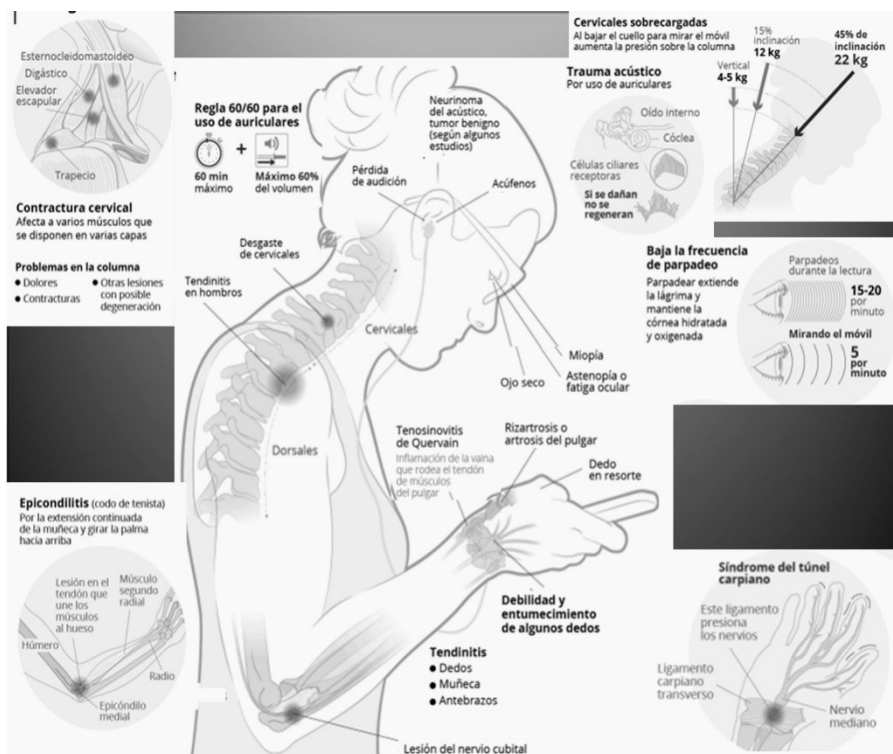


Fig. 8. Los múltiples usos que nos permite el teléfono móvil pueden provocar cuando su utilización es excesiva múltiples dolencias como contracturas cervicales, problemas de columna, epicondilitis, diversas tendinitis, además de diversos problemas oculares y auditivos.

A su vez, el aumento de horas ofrecidas a la actividad laboral debido al teletrabajo (mal administrado) y la obligación que nos hemos creado de atender a las redes sociales, facilitan alargar los horarios. De esta forma dedicamos horas de sueño a estar despiertos y pendientes de la pantalla (Fig. 9). Ello implica una alteración de los biorritmos. Más cansancio añadido y cambios de humor. Es necesario hacernos con un horario a respetar para el uso de las tecnologías y otro para el disfrute del tiempo libre alejados de ellas sin que ello merme el dedicado al sueño. El sueño es el mejor reparador que posee el cuerpo para afrontar un nuevo día. Si no es de calidad los distintos sistemas corporales lo notarán con el tiempo.

De lo contrario sin darnos cuenta irá en aumento el estrés y nuestro sistema inmunitario no podrá atender a todas las demandas externas para defenderse (Fig. 10). Las propuestas de aumentar el consumo de determinados alimentos y la de ciertos componentes naturales envasados para



Fig. 9. Restar horas de sueño para dedicarlas a atender las pantallas, alterará los biorritmos, provocará cansancio y aumentará el estrés.

la mejora de las defensas no están demostradas, sin embargo, evitar el estrés es evitar mermar el sistema inmunitario tan importante en la defensa contra las infecciones. Para ello es necesario observarnos a nosotros mismos para identificar los agentes estresores y buscar soluciones que eviten nos afecten.



Fig. 10. Evitando el estrés estamos protegiendo a nuestro sistema inmunitario que nos defiende frente a las infecciones.

Por último y no menos importante, el número de horas dedicadas a las pantallas se realiza estando sentados o acostados. Ello ha aumentado las horas de sedentarismo (Fig. 11). Ya no es que no hagamos ejercicio, es que apenas nos movemos. Con lo cual aumenta la probabilidad de sufrir estrés psicológico, obesidad, diabetes, artrosis, osteoporosis, enfermedades cardíacas y algunos tipos de cáncer. Nos movemos tan poco que no se trata de indicar el que todos entrenemos para una maratón. Se trata de estar alerta para obligarnos a nosotros mismos a usar el coche solo cuando sea necesario, a no usar el ascensor por sistema y hacer uso de las escaleras, y a tener presente la regla del 50 + 10 y poner en práctica 10 minutos de movilidad cada 50 minutos de sedentarismo, y si se pudiera, bueno sería recuperar aquel hábito que nos duró tan poco cuando acabamos el confinamiento en el que todo el mundo se lanzó a la calle a caminar. En cualquier ciudad se pudo observar este fenómeno. En concreto, en Puerto de la Cruz, los arcenes de la carretera de La Higuerita - La Vera, así como las calles de Punta Brava a Martiánez se llenaron de parejas y pequeños grupos que salían a caminar a buen ritmo.



Fig. 11. Con el sedentarismo es mucho más probable padecer de estrés psicológico, obesidad y diabetes, así como otras muchas enfermedades.

Y si no podemos salir a la calle, como sabemos que el virus de la COVID se asienta principalmente en los pulmones, lo ideal es no facilitarle las cosas. Si soy fumador y/o si tengo unos pulmones a los que les cuesta expandirse, habremos de pensar que el caldo de cultivo para que el virus prospere está

servido (Fig. 12). Por ello hacer gimnasia respiratoria tanto de pie como acostados que nos haga conscientes de los movimientos del pecho, así como realizar unos pocos ejercicios de abdominales le pondrá las cosas cuesta arriba al virus.



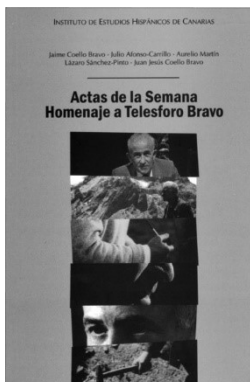
Fig. 12. Los fumadores y todos aquellos con pulmones con dificultad de expansión resultan particularmente vulnerables a infecciones respiratorias como las del coronavirus.

Es responsabilidad de cada uno de nosotros alcanzar nuestro mejor estado de salud. Nuestro estado de salud no depende del médico de cabecera, del centro de salud, del hospital. De ellos dependerá nuestro estado durante la enfermedad, pero no el de salud. Somos cada uno de nosotros quienes tenemos que poner de nuestra parte para conseguir el que si nos toca enfermar por el virus, nuestro cuerpo se encuentre en buenas condiciones para defenderse. Nos corresponde a nosotros el estar alerta para que en este periodo de la COVID-19 en el que el sistema sanitario se satura aún más, nos ocupemos de nuestra salud y así evitar acudir al mismo con otro tipo de achaques.

Por último, recordarles que la lectura es una forma de actividad física y que ya sea en los tiempos del Cólera como en los de la COVID está en nuestra mano no solo nuestra salud sino la de aquellos que con amor nos rodean.

Títulos previos de la colección

Actas Semana Científica Telesforo Bravo



Actas de la Semana Homenaje a Telesforo Bravo

(2006) – 147 pp.

[ISBN 84-611-0482-X]

Jaime Coello Bravo - El hombre que hablaba con las piedras. Una visión de la vida de Telesforo Bravo.

Julio Afonso-Carrillo - Amenazas a la diversidad de plantas marinas por el desarrollo urbano en el litoral: el ejemplo de Puerto de la Cruz.

Aurelio Martín - Aportaciones de D. Telesforo Bravo al conocimiento de la fauna de vertebrados terrestres de las islas Canarias.

Lázaro Sánchez-Pinto - Don Telesforo y la Macaronesia.

Juan Jesús Coello Bravo - Telesforo Bravo y la teoría de los deslizamientos gravitacionales.



Reflexiones sobre una naturaleza en constante

evolución (2007) – 155 pp.

[ISBN 978-84-61189-571]

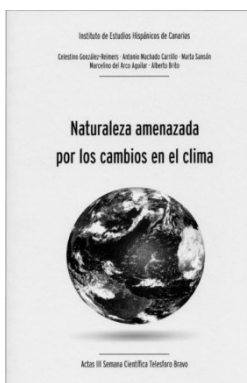
Luis Espinosa García - Recordando a Telesforo Bravo.

Joaquín Araujo - ¿Es compatible turismo y medio ambiente?

Octavio Rodríguez Delgado - El paisaje vegetal de Las Cañadas: su transformación por la intervención humana.

Guillermo Delgado - Colonización y evolución de vertebrados canarios: reptiles, aves y mamíferos.

Eustaquio Villalba - Evolución del conocimiento geológico de Tenerife.



Naturaleza amenazada por los cambios en el clima

(2008) – 147 pp.

[ISBN 978-84-61264-568]

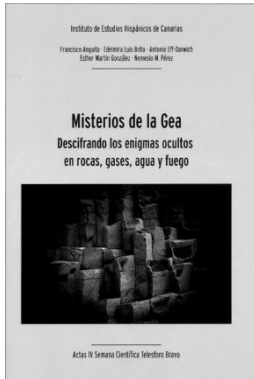
Emilio González Reimers - Paleodieta y paleonutrición.

Antonio Machado Carrillo - Estudiando a los chascones, récord de biodiversidad en Canarias.

Marta Sansón - Arrecifes y manglares: ecosistemas en la frontera entre la tierra y el mar.

Marcelino del Arco Aguilar - La flora y la vegetación canaria ante el cambio climático actual.

Alberto Brito - Influencia del calentamiento global sobre la biodiversidad marina de las islas Canarias.



Misterios de la Gea. Descifrando los enigmas ocultos en rocas, gases, agua y fuego (2009) – 172 pp.
[ISBN 978-84-613-4817-6]

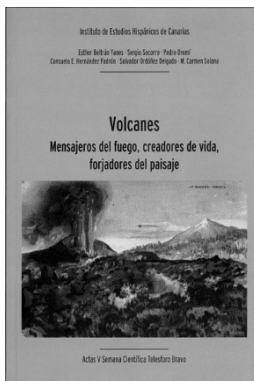
Francisco Anguita - Marte y la Tierra: historia de dos planetas.

Edelmira Luis Brito - Los recursos hídricos de La Caldera de Taburiente.

Antonio Eff-Darwich - Tenerife bajo las leyes de la física.

Esther Martín González - El legado paleontológico de nuestras islas: un patrimonio a conservar.

Nemesio M. Pérez - Emisiones difusas, dispersas y silenciosas de dióxido de carbono en los volcanes.



Volcanes. Mensajeros del fuego, creadores de vida, forjadores del paisaje (2010) – 156 pp.
[ISBN 978-84-614-3579-1]

Esther Beltrán Yanes - Conviviendo con volcanes en el Valle de Santiago: el paisaje de la comarca de Santiago del Teide antes de la erupción del Chinyero en 1909.

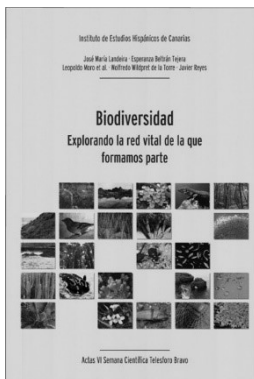
Sergio Socorro - Cavidades volcánicas de Canarias. Tipos y génesis.

Pedro Oromí - La fauna subterránea de Canarias: un viaje desde las lavas hasta las cuevas.

Consuelo E. Hernández Padrón - El desconocido y sorprendente mundo de los líquenes que pueblan las lavas.

Salvador Ordóñez Delgado – Estudio de la erupción del Chinyero por Lucas Fernández Navarro, una investigación vulcanológica pionera.

M. Carmen Solana - Peligros asociados a las erupciones de Tenerife, su impacto y reducción en caso de erupción futura.



Biodiversidad. Explorando la red vital de la que formamos parte (2011) – 190 pp.
[ISBN 978-84-615-3089-2]

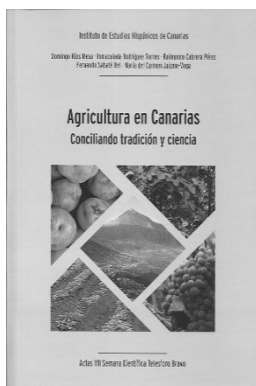
José María Landeira – Plancton: un universo marino diverso y desconocido.

Esperanza Beltrán Tejera – Los hongos: notables protagonistas en la biodiversidad canaria.

Leopoldo Moro, Juan José Bacallado y Jesús Ortea – Babosas marinas de las islas Canarias.

Wolfredo Wildpret de la Torre – Reflexiones sobre la biodiversidad canaria en el año internacional de la biodiversidad.

Javier Reyes – Sebadales: explosión de biodiversidad en desiertos de arena submarinos.



Agricultura en Canarias. Conciliando tradición y ciencia (2012) – 174 pp. [ISBN 978-84-616-0641-2]

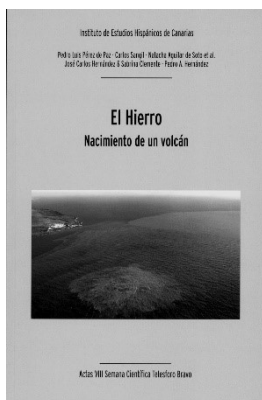
Domingo Ríos Mesa – Las papas antiguas de Canarias: origen y diversidad.

Inmaculada Rodríguez Torres – Patrimonio vitícola de Canarias.

Raimundo Cabrera Pérez – Control de plagas agrícolas: una historia de ida y vuelta.

Fernando Sabaté Bel – Recuerdos del futuro: la experiencia vernácula y la sostenibilidad.

María del Carmen Jaizme-Vega – La vida en el suelo. Papel de los microorganismos en la agroecología.



El Hierro. Nacimiento de un volcán (2013) – 179 pp. [ISBN 978-84-616-5651-6]

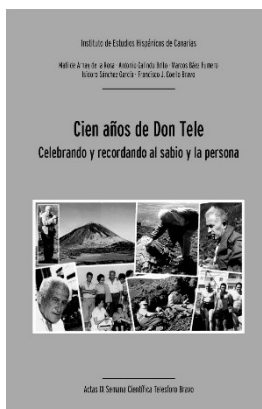
Pedro Luis Pérez de Paz – El Hierro: volcán de naturaleza y melancolía.

Carlos Sangil – Cambios en la biodiversidad vegetal submarina del Mar de Las Calmas tras la erupción volcánica de La Restinga: una oportunidad para profundizar en el conocimiento de los ecosistemas marinos de Canarias.

Natacha Aguilar Soto, Mark Jonson, Patricia Arranz, Alejandro Escáñez, Cristina Reyes, Agustina Schiavi, Meter Madsen y Alberto Brito – Volcanes, zifios y otros valores naturales de las aguas profundas de El Hierro.

José Carlos Hernández y Sabrina Clemente – Reservas marinas, cambio climático y catástrofes naturales: el caso del Mar de Las Calmas en la isla de El Hierro.

Pedro A. Hernández – La erupción volcánica de El Hierro: la importancia de vigilar los volcanes.



Cien años de Don Tele. Celebrando y recordando al sabio y la persona (2014) – 157 pp. [ISBN 978-84-617-1648-7]

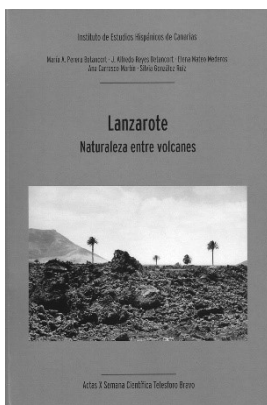
Matilde Arnay de la Rosa – Las observaciones arqueológicas de un naturalista.

Antonio Galindo Brito – Metabolitos secundarios y defensas de las plantas.

Marcos Báez Fumero – Un paseo por los Parques Nacionales del mundo.

Isidoro Sánchez García – Telesforo Bravo, maestro de la convivencia.

Francisco Javier Coello Bravo – Telesforo Bravo, una vida a la búsqueda del agua.



Lanzarote. Naturaleza entre volcanes (2015) – 185 pp.
[ISBN 978-84-608-1557-0]

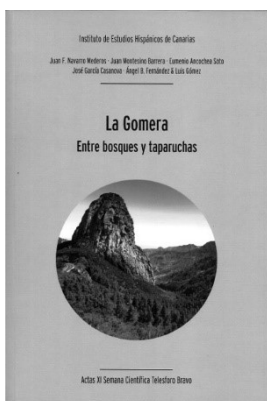
María Antonia Perera Betancort – Arqueología de Lanzarote. Particularidades insulares.

J. Alfredo Reyes Betancort – Las hijas de Lanzarote. Un paseo por su flora endémica.

Elena Mateo Mederos – La gestión del Patrimonio Geológico de Lanzarote.

Ana Carrasco Martín – Lanzarote, Reserva de la Biosfera: veintidós años de trayectoria y cambio de fase.

Silvia González Ruiz – El mar y los recursos marinos del Archipiélago Chinijo.



La Gomera. Entre bosques y taparuchas (2016) – 240 pp.
[ISBN 978-84-617-4752-8]

Juan Francisco Navarro Mederos – Arqueología en La Gomera: lo que va de ayer a hoy.

Juan Montesino Barrera – Los paisajes y la gente de La Gomera.

Eumenio Ancochea Soto – Evolución geológica de la isla de La Gomera.

José García Casanova – Tesoros botánicos de La Gomera.

Ángel B. Fernández y Luis Gómez – Qué son los bosques antiguos de laurisilva. Su valor y situación en Canarias.



Investigando el mar. Viaje al planeta agua (2017) – 202 pp.
[ISBN 978-84-697-6097-0]

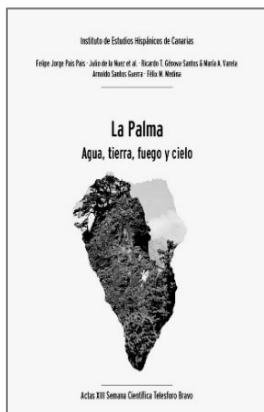
Inés Galindo, Carmen Romero, Miguel Llorente, Juan C. Rubio, Juana Vegas, Nieves Sánchez y Gonzalo A. Díaz – Resultados preliminares del inventario de lugares de interés geológico submarinos del Geoparque Mundial UNESCO de Lanzarote y Archipiélago Chinijo.

Eladio Santaella Álvarez – La acuicultura en Canarias: situación y perspectivas. La acuicultura de tónidos.

Pablo Martín-Sosa – La pesca artesanal y la conservación de la biodiversidad: avances en la gestión integrada de la pesca y el medio ambiente en el mar de Canarias.

Ramiro Martel Reyes – El buceo en el Valle de La Orotava.

Francis Pérez – Una vuelta al mundo bajo el agua.



La Palma. Agua, tierra, fuego y cielo (2018) – 193 pp.
[ISBN 978-84-09-04922-6]

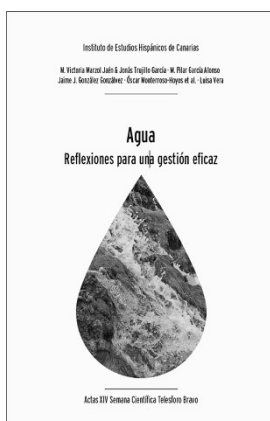
Felipe Jorge Pais Pais – El uso del agua entre los benahoaritas.

Julio De la Nuez Pestana, Ramón Casillas Ruiz, Juan R. Colmenero Navarro, Carlos Fernández Rodríguez, Réka Lukács, Szabolcs Harangi y Fred Jourdan – La Palma: desde las entrañas hasta la piel de un volcán.

Ricardo Tanausú Génova Santos y María Antonia Varela – El cielo de Canarias: una ventana al Universo.

Arnoldo Santos Guerra – Singularidades florísticas de la isla de La Palma.

Félix Manuel Medina – Fauna vertebrada de la isla de La Palma: estado de conservación y gestión.



Agua. Reflexiones para una gestión eficaz (2019) – 163 pp. [ISBN 978-84-09-15374-9]

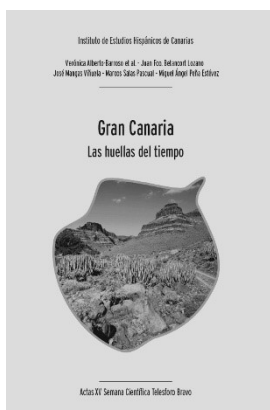
M^a Victoria Marzol Jaén y Jonás Trujillo García – El comportamiento del mar de nubes durante el verano en la isla de Tenerife a partir de su observación desde las torres de vigilancia.

María Pilar García Alonso – Estado actual del aprovechamiento del agua subterránea en Canarias.

Jaime J. González González – Construcción de grandes presas en Canarias: la singularidad de Gran Canaria.

Óscar Monterroso-Hoyos, Myriam Rodríguez, Eva Ramos, Óscar Pérez, Omar Álvarez, Lorenzo Cruces y Amaya Miguel – Estudios ambientales en relación con los vertidos de tierra al mar en Canarias.

Luisa Vera – Aguas residuales y oportunidades asociadas a su depuración y regeneración.



Gran Canaria. Las huellas del tiempo (2020) – 196 pp.
[ISBN 978-84-09-23213-0]

Verónica Alberto-Barroso, Javier Velasco-Vázquez, Teresa Delgado-Darías y Marco A. Moreno Darías – Los antiguos canarios ante la muerte. Tradición vs ruptura.

Juan Francisco Betancort Lozano – El patrimonio paleontológico de Gran Canaria: ventanas abiertas a la historia del Atlántico Norte.

José Mangas Viñuela – Génesis y evolución geológica de Gran Canaria: un buen ejemplo de la geodiversidad de una isla volcánica intraplaca oceánica.

Marcos Salas Pascual – Flora y vegetación de Gran Canaria.

Miguel Ángel Peña Estévez – Apuntes sobre la fauna de Gran Canaria.

