

más, hay en el Océano Indico un espacio de 1.500 millas de longitud en el cual se encuentran tres archipiélagos en que todas las islas son bajas y formadas de coral. Como está probado que los pólipos constructores no pueden vivir á grandes profundidades, es muy cierto que, allí donde hoy se encuentra un attol, en estos grandes espacios ha debido hallarse una base á 20 ó 30 brazas de la superficie. No es probable en modo alguno que hayan podido depositarse en las partes centrales y más profundas del Océano Pacífico y del Indico y á inmensa distancia de todo continente, donde el agua está perfectamente límpida, capas extensas de sedimentos, altas, aisladas y de costados abruptos. Tampoco es probable que fuerzas de tensión hayan levantado en estos inmensos espacios bancos innumerables de rocas hasta 20 ó 30 brazas, es decir, hasta 120 ó 180 pies de la superficie del mar, y que ni un solo punto se haya alzado por encima de ese nivel. ¿Dónde, pues, encontraremos en toda la superficie del globo una sola cadena de montañas aunque no tenga más que unos cuantos cientos de millas de longitud, cuyos numerosos vértices se eleven todos al mismo nivel, sin que domine un solo pico? Luego si las fundaciones sobre las cuales se han establecido los pólipos constructores de attols no están formadas por sedimentos, si no han sido levantadas á ese nivel necesario, es indispensable que se hayan deprimido hasta ese nivel; y eso es lo que resuelve en el acto el problema.

En efecto, á medida que montaña tras montaña é isla tras isla desaparecían lentamente bajo la superficie del agua, se formaban nuevas bases sobre las cuales iban á establecerse los pólipos. Imposible entrar aquí en todos los detalles necesarios, pero no tengo

inconveniente en desafiar á cualquiera á que explique de otro modo la existencia de las muchas islas distribuidas en estos vastos espacios, bajas todas, y todas formadas de coral, cuyos constructores necesitaban de un punto de apoyo y á poca profundidad (1).

Antes de explicar la causa de la forma especial de los attols hay que examinar la segunda clase de los arrecifes de coral, esto es, los *arrecifes barreras*. Estos se extienden en línea recta delante de las costas de un continente ó de una isla grande ó bien rodean las islas pequeñas; en ambos casos están separados de la tierra por un canal ancho y bastante profundo que se parece al *lagoon* del interior del attol. Rarísimo es que se hayan estudiado tan poco los arrecifes barreras, porque son, en realidad, construcciones extraordinarias. En unos casos todo el arrecife se convierte en tierra firme; lo más frecuente es que haya una línea de grandes arrecifes en los cuales rompan de continuo las olas y acá y allá un pequeño islote cubierto de cocoteros separe las agitadas aguas del Océano de las aguas verdes y tranquilas del canal. Este canal baña de ordinario una faja de terreno de aluvión que se encuentra al pie de las abruptas montañas centrales, faja cubierta por las más esplendorosas producciones de los trópicos.

Esos arrecifes que rodean por completo una isla, presentan todos los tamaños desde 3 á 44 millas de diámetro; el que se prolonga por una de las caras y

(1) Es muy notable que el mismo Mr. Lyell haya dicho en la primera edición de los *Principios de Geología* que las depresiones en el Pacífico han debido exceder á los levantamientos, y eso porque la superficie de las tierras es muy pequeña, respecto de los agentes que tienden á formar tierras, es decir, los corales y la acción volcánica.



rodea los dos extremos de Nueva Caledonia tiene 400 millas de longitud. Cada arrecife rodea una, dos ó varias islas rocosas de diferentes alturas, y, en un caso, hasta doce islas separadas, hallándose á una distancia más ó menos grande de la isla á que rodea: en el archipiélago de la Sociedad varía entre 1, 2 ó 4 millas. En Hogoleu se encuentra el arrecife á 20 millas de la isla central por el Sur, y á 14 millas por el Norte. También varía mucho la profundidad del canal; pudiendo decirse que alcanza por término medio de 10 á 30 brazas; pero hay en Vanikoro puntos en que se encuentran en el canal profundidades de 56 brazas ó 336 pies. Por dentro, baja el arrecife en pendiente suave en el canal ó termina por un muro perpendicular que tiene á veces 200 ó 300 pies bajo el agua. Al exterior se levanta perpendicular el arrecife desde las profundidades del Océano como un attol. ¿Puede haber nada más original que estas formaciones? Vemos una isla, que puede compararse á un castillo, situado en la cumbre de una elevada montaña submarina, protegido por un gran muro de coral siempre tallado á pico por fuera y muchas veces también por dentro, y cuyo vértice ancho es plano y en el cual se abren, de trecho en trecho, puertas estrechas al través de las cuales pueden entrar los mayores buques; esos pasos dan acceso al canal que podría compararse con un foso inmenso.

Mientras se trata del arrecife de coral en sí mismo, no hay la menor diferencia bajo el punto de vista de la magnitud, del aspecto y aun de la agrupación de los menores detalles de estructura, entre un attol y un arrecife-barrera. El geógrafo Balbi hizo la observación muy razonable de que una isla rodeada por un arrecife es un attol en cuyo *lagoon* se levanta

una montaña; quítese ésta y el attol resulta perfecto.

¿Pero por qué se han levantado esos arrecifes á tanta distancia de las costas de las islas que rodean? No puede ser porque no puedan formarse los corales muy cerca de la tierra, puesto que en el interior del canal, cuando las costas no están cubiertas de terrenos de aluvión, suelen llevar arrecifes vivos; por otra parte, veremos pronto que hay una clase entera de arrecifes pegados á las costas de los continentes y de las islas y que por esa razón los he llamado *arrecifes-guarniciones*. Todavía puede preguntarse sobre qué han fundado las construcciones que rodean las islas los pólipos que no pueden vivir á grandes profundidades. Punto es este muy importante y que se ha descuidado por regla general: ya hemos hablado de él al tratar de los attols. ¿Será necesario suponer que cada isla está rodeada por una especie de collar de rocas submarinas ó por inmensas capas de sedimento que terminan abruptas en el mismo punto en que termina el arrecife? Si el mar hubiera roído profundamente estas islas antes que hubiesen sido protegidas por arrecifes, y hubiese dispuesto de ese modo alrededor de ellas una especie de plataforma á poca profundidad, las costas actuales estarían en realidad guarnecidas por grandes precipicios; pero esto es muy raro. Además, si se adopta tal suposición, no es posible explicar por qué se habría levantado el arrecife como un muro al borde extremo de esa plataforma, dejando de ordinario, entre él y la isla, un espacio grande de agua, demasiado profundo para que pudieran desarrollarse los pólipos. La acumulación de un inmenso depósito de sedimento alrededor de estas islas, tanto más ancho por lo común cuanto más pequeñas son las islas, es también cosa



poco probable, sobre todo teniendo en cuenta que estas islas están situadas en las partes más centrales y profundas del Océano. Tomemos, por ejemplo, el arrecife de Nueva-Caledonia que se extiende á 150 millas más allá del extremo septentrional de la isla, simple prolongación de la línea recta que limita la costa occidental. ¿Es creíble que hayan podido depositarse sedimentos en línea recta frente á una isla elevada y que se hayan prolongado los tales depósitos mucho más allá de su extremo? Por último, si examinamos otras islas oceánicas de igual altitud, aproximada y de constitución geológica análoga, pero no rodeadas de arrecifes de coral, buscaremos en vano á su alrededor esa profundidad de 30 brazas, excepto en la inmediación de las costas. En efecto, por regla general, las islas cuyas costas son escarpadas, como suele suceder á la mayor parte de las oceánicas, estén ó no rodeadas de arrecifes, se prolongan también abruptamente por debajo del agua. ¿Sobre qué, repito, descansan entonces esos arrecifes? ¿Por qué ese profundo canal interior? ¿Por qué están los arrecifes tan separados de la tierra que rodean? Enseguida vamos á ver que es muy fácil resolver estos problemas.

Pero antes examinemos la tercera clase de arrecifes, *arrecifes-guarniciones*, para lo cual bastarán pocas palabras. Dondequiera que la tierra penetra abruptamente en el mar, no tienen estos arrecifes más que algunos metros de ancho, y forman una simple guarnición ó franja alrededor de las costas; donde la tierra entra bajo el agua en pendiente suave, el arrecife se extiende más lejos, á veces hasta á una milla de la tierra; los sondeos hechos, en este último caso, más allá del arrecife prueban siempre que la prolongación submarina de la isla baja en pendiente suave. En una pa-

labra, los arrecifes no se extienden á más distancia de la costa que á la en que encuentran la base necesaria á una profundidad de 20 á 30 brazas. En cuanto al arrecife en sí, no hay diferencia esencial entre él y los que forman anillo ó attol; siendo, sin embargo, menos ancho, y por consiguiente, con menos islotes encima. Como los corales crecen con más vigor por fuera, y como por el lado de la isla les sirven de impedimento los constantes depósitos sedimentarios, el lado exterior del arrecife está más alto y deja por lo común entre él y la tierra un canalito arenoso que tiene varios pies de profundidad. Dondequiera que se acumulan cerca de la superficie las capas de sedimento, como en algunos puntos de las Indias occidentales, se encuentran á veces rodeadas de corales, por lo que se parecen algo á los attols, del mismo modo que los arrecifes guarniciones se parecen un tanto á los arrecifes barreras cuando rodean islas que penetran en el mar en pendiente suave.

Toda teoría sobre la formación de los arrecifes de coral, para ser satisfactoria, debe explicar las tres grandes clases que acabamos de señalar. Hemos visto que estamos obligados á creer en la depresión de esas inmensas superficies, interrumpidas por islas bajas, de las cuales no se eleva ninguna por encima de la altura á que el viento y las olas pueden arrojar arenas ó bloques de rocas, y que, no obstante, han sido construidas por animales que necesitan un punto de apoyo, con la condición de que no esté á gran profundidad. Examinamos una isla rodeada por arrecifes guarniciones cuya explicación no presenta dificultad ninguna, y suponemos que esta isla se sumerge lentamente. A medida que la isla baja, ya sea unos cuantos pies de una vez, ya insensiblemente, podemos asegurar



después de lo que sabemos de las condiciones favorables al crecimiento del coral, que las masas vivas bañadas por la espuma en el borde del arrecife, no tardarán en llegar á la superficie. Sin embargo, avanzará el agua poco á poco sobre la costa, estrechándose cada vez más la isla y aumentando de continuo el espacio comprendido entre el borde interno del arrecife y la costa. Será el canal tanto más profundo cuanto más rápido haya sido el hundimiento, según sea más ó menos grande la cantidad de sedimento acumulado y según se desarrolle con más ó menos facilidad el coral de ramas delicadas. Así se explica por qué los arrecifes-barreras están tan lejos de las costas que rodean, y se comprende que una línea perpendicular que fuese desde el vértice del borde exterior del nuevo arrecife hasta las rocas situadas debajo del primitivo, guarnición, hubiese de tener tantos pies sobre la escasa profundidad á que pueden vivir los pólipos, como pies ha habido de hundimiento: á medida que el conjunto de la isla baja, siguen los pequeños arquitectos edificando su gran anillo, tomando por punto de apoyo los corales ya contruidos y sus fragmentos consolidados. De este modo desaparece la dificultad de esta labor que parecía tan grande.

Si en lugar de una isla hubiésemos estudiado la costa de un continente festoneado de arrecifes, y hubiésemos supuesto que ese continente se había deprimido, evidentemente habría resultado una gran barrera recta como la de Australia ó de Nueva-Caledonia, separada de la tierra firme por un canal ancho y profundo.

Examinemos ahora nuestro arrecife-barrera y supongamos que el hundimiento continúa. A medida que el arrecife anular se hunde se desarrollan los corales

con más vigor y salen siempre hacia la superficie; pero también á medida que baja la isla cubre el agua el terreno; las montañas aisladas forman primero islas separadas en el interior de un gran arrecife, y luego desaparece por fin el punto más elevado de la isla. Desde ese instante de la desaparición tenemos un attol perfecto. Hace un momento he dicho: quítese la isla central de un arrecife-barrera y quedará un attol; pues ya se ha quitado la isla. Ahora puede comprenderse cómo es que edificados los attols sobre los arrecifes-barreras se les parecen en la forma, en la manera cómo están agrupados y en su disposición en líneas sencillas ó dobles; puede, en una palabra, considerárseles como modelos toscos de las islas deprimidas sobre que descansan. Además, se puede comprender cómo es que los attols del Pacífico y del Océano Indico se extienden paralelamente á los espacios en que faltan en estos mares las islas elevadas. Me atrevo, pues, á afirmar que por la teoría del crecimiento continuo de los corales durante los hundimientos del terreno (1) pueden explicarse sin dificultad todos los caracteres principales de los attols, esas sorprendentes construcciones que desde hace tanto tiempo llaman la atención de los viajeros, lo mismo que los de los arrecifes barreras, formaciones no menos notables, ya rodeen pequeñas islas, ya se extiendan por

(1) He tenido la fortuna de encontrar el siguiente pasaje en una Memoria de Mr. Couthony, uno de los naturalistas agregados á la gran expedición antártica organizada por los Estados Unidos: «Habiendo examinado personalmente muchas islas de coral y residido ocho meses en islas volcánicas rodeadas en parte de arrecifes, no dudo en decir que mis observaciones me han conducido á adoptar la teoría de Mr. Darwin.» Sin embargo, difieren de mí los naturalistas de esta expedición en varios puntos relativos á la formación de las islas de coral.



centenas de millas á lo largo de las costas de un continente.

Tal vez se me pregunte si puedo dar una prueba directa de la depresión de los arrecifes barreras ó de los attols: pero á este propósito hay que recordar lo muy difícil que es determinar un movimiento cuando su tendencia es ocultar bajo el agua la parte afectada. Sin embargo, he observado en el attol de Keeling, todo alrededor del *lagoon*, cocoteros viejos minados por las aguas y á punto de caer; en otro sitio he visto los cimientos de una granja que, según dicen los habitantes, se hallaban hace siete años, precisamente al ras de la marea alta, y ahora están cubiertos de agua todas las mareas; he sabido además que durante los diez últimos años se han sentido aquí tres terremotos, uno de los cuales fué muy grave. En Vanikoro es profundísimo el canal; se ha acumulado muy poco terreno de aluvión al pie de las montañas altas y se han formado muy pocos islotes en los arrecifes que la rodean; estos hechos y otros semejantes me inducen á creer que esta isla ha debido deprimirse recientemente y levantarse el arrecife; todavía son aquí muy frecuentes y violentos los terremotos. Por otra parte, en el archipiélago de la Sociedad en que están casi rellenos los canales, en que se han acumulado muchos terrenos de aluvión y hasta en algunos casos se han formado sobre arrecifes, islotes largos—hechos que prueban que no se han deprimido estas islas recientemente—se observan muy rara vez terremotos y los que se producen son muy débiles. En estas islas de coral, en que parece que la tierra y el agua se disputan sin cesar la victoria, será siempre muy difícil decidir entre los efectos de un cambio en la dirección de las corrientes y los de un ligero hundimiento. Cierto es

que muchos de estos arrecifes y de estos attols están sometidos á diversos cambios; en algunos attols parece que los islotes han crecido mucho en tiempo reciente; en otros, se han perdido, en parte, ó por completo. Los habitantes de ciertas regiones del archipiélago de las Maldivas recuerdan la época de la formación de algunos islotes; en otros lugares viven hoy los pólipos en arrecifes lavados por las olas y en los que al cavar fosas mortuorias se encuentra la prueba de la existencia de una tierra antiguamente habitada. Difícil es creer en frecuentes cambios de las corrientes del Grande Océano, cuando los temblores de tierra que se verifican en algunos attols, las inmensas grietas que se observan en otros, indican con toda claridad cambios y trastornos perpetuos en las regiones subterráneas.

Por mi teoría es evidente que las costas guarnecidas de arrecifes no han debido deprimirse, y por consiguiente, después del crecimiento de los corales, han debido permanecer estacionarias ó ser ligeramente levantadas. Y como se da el notable caso de que casi siempre puede probarse por la presencia de restos orgánicos, que las islas guarnecidas por arrecifes de coral han sido levantadas, esta prueba indirecta favorece por necesidad mi teoría. Mucho me llamó la atención este hecho, cuando con gran sorpresa vi que las descripciones de Mr. Quoy y Mr. Gaimard se refieren, no á los arrecifes en general, como ellos pretenden, sino sólo á la clase de los arrecifes-guarniciones; no obstante, mi extrañeza cesó al saber después que por rara coincidencia, todas las islas visitadas por estos eminentes naturalistas, han sido levantadas en un período geológico reciente, y que en sus mismos asertos se halla la prueba de tales levantamientos.