

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS
EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

DISCURSO INAUGURAL
DEL CURSO 1953-1954

LEÍDO EN LA SESIÓN CELEBRADA EL DÍA 11 DE NOVIEMBRE DE 1953

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

EXCMO. SR. D. PRIMITIVO HERNANDEZ SAMPELAYO



MADRID
DOMICILIO DE LA ACADEMIA:
VALVERDE, 22.—TELEFONO 21-25-29
1953

DE LA VIDA MARINA PALEOZOICA. RESTOS FÓSILES

EXCMOS. SRES. ACADÉMICOS, SRAS. Y SRES.:

La aceptación del discurso inaugural, me ha llevado a considerar los anteriores, para evitar concomitancias e intentar materia *de posible liviandad*, que, en los cuarenta minutos de casi reglamento, que hayan de seguir, con la triste densidad de mis condiciones, y las de la tribuna, permitan reintegraros al aire de la noche, después del deber, obligado y cumplido.

Para nuestra exposición se han extractado conceptos de autores extranjeros, insertando recuerdos adecuados de los profesores Terradas y Fernández Navarro, y se han seguido las normas de un prólogo.

Las relaciones del mar: vitales, de sustentación y de soterramiento de fósiles y trazas, no han representado hasta ahora tema de discurso y además, deseáramos en esta ocasión, aliviar la lectura y conducir el deseo hacia la evolución y conservación de facies marinas, la vitalidad de las cuales apoyadas en el mar, son inmensamente más amplias, más características que las terrígenas y sus transformaciones quedan grabadas en trazas, no siempre bien conservadas. El mar, remoto en su nivel y agitación, contiene la vida prolijamente, desde los orígenes más humildes en categoría vital. Debajo del nivel eterno de las aguas, se van desgranando los restos para después consolidarse o extenderse, en formaciones estériles o zoogenas, con tiempos remotos de origen, cuyas formacio-

nes, manejadas por fuerzas, desde suavísimas a ingentes tectónicas, alcanza, en la orogenia de los abismos, a las mayores montañas: en historias, difíciles, remotas o perdidas.

LIGERA HISTORIA Y DEFINICIONES

La ley de identidad y superposición de las faunas similares se inició en 1816 por W. Smith. Con este principio, comprobado, se empezaron a ordenar los macizos de rocas, dobladas y hasta confundidas: Sedswick en el Sistema Cambriano y Murchison en el Siluriano.

La mayor dificultad para ajustar las escalas en las superficies secundarias y aún más en las terciarias, fué su discontinuidad, hasta que en 1830 Lyell propuso hacer esquemas basados en los tantos por ciento de los moluscos *de tipo viviente*, en cada uno de los depósitos fósiles, idea magnífica, de donde arrancaron las distribuciones e *isleos más actuales* de los sistemas terciarios.

Los fósiles ofrecen dos aspectos: uno como representativo de la cronología, relativa al estrato, y el otro en el orden biológico en comparación, entre grupos de cohabitación; es decir, formas simpatizantes de vida.

El libro *Investigaciones sobre los nuevos fósiles*, de Cuvier, en 1812 tuvo enorme influencia en cuanto a los cambios morfológicos producidos por la edad, dando entrada a la anatomía comparada en los vertebrados. Con *El origen de las Especies*, de Darwin, en 1859 se da paso al período moderno de *cronología paleontológica evolutiva*, adquiriendo precisión de escala la posición de las rocas en sus horizontes, pisos y sistemas. En el orden práctico, uno de los trabajos más importantes fué *La formación jurásica*, de Opper, de 1856-58, fijando las zonas que se aplicaron, eficazmente, en los terrenos jurásicos de Francia, Inglaterra y Alemania.

También se puede citar la confirmación zonar de Lapwoth, acerca de los graptolíticos.

Dentro de los conjuntos aproximadamente contemporáneos, con faunas parecidas, hay algunos fósiles específicos que, teóricamente, *evidencian* la edad, pues no pasan, ni en sentido ascendente ni

descendente, de un nivel de agrupación; estas especies, que nombramos características por su constante nivel de orden paleontológico, han de cumplir, para merecer su interesante calificativo, con las siguientes condiciones: un mínimo de desplazamiento vertical; máxima área, y rasgos de su escultura, aunque sea ofrecida en pequeños trozos, de su figura. Las cruzianas, los graptolítidos del Siluriano y los ammonítidos del Jurásico, son ejemplos característicos. En cambio, hay otros más perfectos en su organización, pero de evoluciones rápidas, no bien discernidas en pequeñas alturas, como son, en ciertas épocas, los lamelibranquios y gasterópodos, poco apropiados para establecer esta seguridad de nivel.

Para la aproximación en las escalas, con el examen de las faunas encontradas, es interesante marcar las semejanzas de individuos y su repetición de encuentros, la cual proporciona aproximaciones de acierto, sin olvidar que los medios físicos, en estratos sincrónicos, han influido en el medio de *sustentación*, y estado evolutivo de los ejemplares.

La observación del cambio de fauna abundante, hay que adoptarla con atención, pues hacia la mitad de un horizonte o haz de capas, puede ofrecerse un cambio por mudanza en la constitución y condiciones biológicas del medio; así los primeros graptolítidos del Tremadoc (alto Cambriano) se interrumpen en el Arenig por sus estratos silíceos, pero cuando faltan éstos, como al parecer ocurre en comarcas del norte, no hay interrupción en las faunas graptolíticas, y el Tremadoc llega hasta el Ordoviciense (Llandeilo).

En comarcas muy separadas se pueden ofrecer casos de vicariato de especies *genéricas*, en igual colocación cronológica, aunque no idénticos biológicamente; son derivaciones específicas que van señalando filogénesis distintas, aunque aproximadas casi seguras, en las equiparaciones de edad; como los *paradoxides* del acadiense o mesocambriano en Europa (occidental), España, Bohemia, Norteamérica; identidad de nivel, con especies diferenciadas.

El cambio de la evolución ocurre generalmente en el sentido de la mayor complejidad, y así las formas más especializadas suelen ser las últimas.

Los Zaphrentis, en el coral (rugosa) más sencillo, ofrecen una área de primera aparición en la base de la caliza carbonífera, pero

a mayor distancia vertical, se encuentra, acompañado de otros corales de la rugosa, y de ese modo, se comprende la zona de zaphrentis, en alturas sucesivas y cada vez con políperos más complejos, van sucediendo a otras zonas de distintos fósiles y así se pueden repetir concentraciones, con otros *phylum*, como ocurre con los *phylloceras* y *Lythoceras* del Secundario, que marcan índices específicos que van continuándose hasta las degeneraciones.

Cambios bruscos se originan en las transgresiones y regresiones, es decir, al principiar o finalizar ciclos erosivos, particularmente de tipo marino.

Aun cuando los géneros sean seguros en la comarca geológica que se estudia, no deben apoyarse *deducciones importantes* sobre especies inseguras, como son las que llevan *abreviaturas paliativas de afirmación*; sobradamente conocidas.

La utilidad de un fósil *no termina con la precisa determinación de su edad*. Muchas otras informaciones se pueden lograr del examen y meditación sobre él; especialmente respecto a sus asociaciones; su modo de conservación, combinado con los caracteres litológicos del depósito que le rodea, dice mucho respecto a las condiciones de formación de esa roca y su medio vital. El modo de yacer quizá ofrece aspectos de cómo ocurrió su fin; hasta restos menudos de conchas, inclasificables, dan idea del estrato y su afección a los movimientos del agua. La estructura general de los organismos en su reunión indica, por la analogía con las formas vivientes, el probable modo de adaptación de los viejos animales. Muchas de estas observaciones creemos conveniente hacerlas y anotarlas en el campo, pues de otro modo se pierden muchas ideas y útiles informaciones.

Aconsejamos, ante los primeros encuentros con un fósil bien distinto y repetido, alejar la inquietud de no conocer su nombre; antes importan: sus compañeros de habitat, facies marítimas que marcan, grupo animal, suyo y de los acompañantes, clase de roca en que descansan, proximidad vertical hacia arriba o abajo de pudingas de base o de techo, como idea de fauna renovada o vieja; en fin, toda clase de indicios respecto a clima, biología, compañía y posición vertical que indicarán orientación, para buscarle nivel en las colecciones de los museos o en los libros ilustrados.

Los fósiles son los marcadores de tiempo y evolución, no medidos, sino cristalizados por sus hechos, sedimentos y habitantes; sus fundaciones y seres siguen la historia: naciendo, viviendo y muriendo, para apoyar otras formaciones y otros progresos, en un latir constante del que no sabremos, nunca, su principio ni su fin.

LAS GRANDES ÉPOCAS GEOLÓGICAS

Los primeros depósitos, formando parte de la corteza terrestre, se han llamado Sistema arcaico o también Era agnostozoica, porque faltan conocimientos acerca de la vida en esa época. A los terrenos arcaicos sucede el Systema Algonkiano, que ya ofrece demostración de seres inferiores; pero, a veces, grupos de espongiarios hacen suponer que, en aquellos estratos, la vida tuvo que fijarse con mucha antelación; en Europa y más en España donde, a veces, no se pueden suponer como arcaicas las rocas de este Sistema inferior; se les nombra precambrianas, como predecesores de los estratos de la llamada Fauna primordial de Praga (Barrande).

Ya desde entonces han ido perfeccionándose y aumentando el número de grupos animales y en la era paleozoica están figurados: Radiolarios, Espongiarios, Corales, Crinoides, Briozoarios, Braquiópodos y Moluscos, muchos con grupos extinguidos. Entre los artrópodos debemos citar a los Trilobites, los cuales marcan su antigüedad, al parecer en su forma perfecta. Junto a los seres más elementales y antiguos, figuran los peces, desde el Infradevónico; los reptiles en el Carbonífero y los seres de respiración aérea, ya desde el Siluriano: Escorpiones, Arácnidos, Insectos.

La flora ofrece, en el Carbonífero, una de las más brillantes explosiones de vida, ocurridas en todos los tiempos.

La Era Mesozoica: se caracteriza por los grandes reptiles terrestres, marinos o voladores, pero estos fósiles aparatosos y raros, son muy escasos en la paleontología corriente y es preferible apoyarse en los Braquiópodos abundantes. Aunque en declinación biológica, son mucho más notables los restos de cefalópodos, algunos de cuyos géneros y familias no han rebasado la época meso-

zoica; su gran división consiste en Belemnites y Ammonítidos, estos últimos dando lugar a un brillante ejemplo de división zonar. 180 a 190 niveles.

En la *Era Cenozoica* o en los terrenos terciarios, aparecen los ancestrales de los mamíferos y aves actuales; los animales inferiores: corales, moluscoides, Briozoarios, Moluscos, Crustáceos, etcétera, son muy próximos a las especies actuales. Citamos, de modo especial, los numúlites mediterráneos.

Los precursores del hombre se supone que tienen su origen en el Terciario (Anthropomorphos). En la era moderna, el hombre y animales contemporáneos, son testigos de la formación actual.

Estas palabras acerca de la paleontología de cada una de las Eras, nos sirven para una observación que juzgamos de interés.

Desde el punto de vista de un trabajo geológico de campo, en busca de rocas y fósiles, que nos ofrezcan índices zonares y de piso, por extensión, debemos examinar los ejemplares con minuciosidad buscando *comparaciones* inmediatas, que nos hagan aproximarnos a los grupos de reunión, para orientarnos, respecto a las especies que caractericen un nivel de piso, con cuya noción se van ensanchando las ideas de la Estratigrafía; hay que estudiar, en cada época, la repartición de las diferentes facies y provincias, para *llegar a suponer en deducciones*, el aspecto de la tierra en la época considerada, como una sucesión armoniosa de geografías, enlazadas en cohesión.

Un piso es, pues, una síntesis estratigráfica, ejemplo menor del propósito que tengamos; esbozar, en un tratado, la reunión de datos, síntesis del país que estudiamos.

Cuando se suceden dos formaciones superpuestas sin que entre ellas hayan tenido interrupción en sus formaciones, se dice que hay «Estratificación continua», pero si entre las dos formaciones hay un período, en que se equilibren las fuerzas de aportación y ablación, es decir, que hay discontinuidad, ese período se llama laguna estratigráfica o hiato.

La facilidad para establecer las lagunas, depende de la colocación de las capas. El caso más sencillo es cuando la erosión se ha llevado un paquete superior, pseudo horizontal, y hasta parte de los estratos inferiores levantados, pues esa misma diferencia, en

su depósito, identifica claramente la discordancia estratigráfica y muy claramente *angular* en ese caso. Ejemplo magnífico es el cañón Permiano de Reinosa, *hasta desembocar en Las Fraguas*, y Caldas de Besaya.

CICLOS Y TRANSGRESIONES

La extensión de los antiguos mares en cada período, es el dato más importante de la Paleografía en la repartición de facies; «movimiento de los mares» se denominan estos cambios. Se llama *transgresión* el hecho de invadir el mar una tierra (como ocurre con las olas en la subida de las mareas) y se llama «regresión» la retirada del mar, de los fondos que cubría (olas al bajar la marea).

Hay que distinguir respecto a los viejos mares:

1.º Mares, que se han hundido en profundidad y se llaman geosinclinales.

2.º Mares de bordes, poco profundos, en los cuales los movimientos transgresivos y regresivos se repiten; parecen simples dependencias de los continentes, y mares epicontinentales, que forman el conjunto *de un continente emergido* desde su borde.

LOS TERRENOS MÁS ANTIGUOS Y LA CUESTIÓN DEL ARCAICO

Los terrenos más antiguos, en cualquier país del globo, son los cristalofilianos o pizarras cristalinas, micacitas, *genis*, *anfíbolitas*, etcétera. Se llaman cristalinos porque es en su masa donde se forman y arraigan cristales originales, no aportados, de anteriores formaciones. Estos estratos se habían considerado como los más antiguos, o sea, la corteza primitiva de la tierra, llamando arcaicos a la época y al terreno o capas que lo formaron.

En atenta observación se ha visto, en esta corteza supuesta primitiva, intercalaciones de rocas claramente sedimentarias como areniscas, calizas, pizarras que, sin duda, aún deformadas, demostraban su origen antiguo, p. ej., paleozoico y hasta se han llegado a encontrar fósiles indudables de edad variable, en concentraciones

cristalinas de países alejados que se han podido atribuir, en complejos distintos: unos al primario, otros al secundario (calizas jurásicas en Suiza). Es decir, las rocas cristalinas han sido primero rocas sedimentarias como las demás, de edad cualquiera, que han llegado a ser cristalinas después de su depósito. La hipótesis de los petrógrafos era, que descendiendo los sedimentos a grandes profundidades, bajo la corteza después de su formación, llegaban a zonas en las que, por la temperatura, presión y contigüidad de rocas fundidas, se producían la cristalinidad de esas rocas; a estos fenómenos, oscuros y complicados de transformación, se les ha dado el nombre unido de metamorfismo, más concretamente llamado *general*, para separarlo de otros como el dinamometamorfismo, producido en plegamientos, ajuste de bloques, etc.

Cuando esta transformación interna llega a una deformación total, por calcinación, y no queda traza de la primitiva estratificación, se alcanza la formación de las rocas graníticas, ofreciendo, a veces, pasos laterales de los estratos antiguos hundidos hacia rocas graníticas, y se dice entonces que hay sedimentos que se han granitizado; hay pues autores que suponen al granito como el último término de esta transformación cristalina.

En realidad la parte de corteza que examinamos corresponde a dos fuerzas destructivas, que restablecen constantemente el equilibrio de los bloques de igual peso que ponderan firmemente el arreglo isostático: la destrucción externa, hacia arriba, se produce por los agentes del meteorismo, mientras que, hacia abajo, en la zona hundida, son la fusión y el metamorfismo las fuerzas que restablecen el equilibrio de las roturas de la corteza terrestre. «Así, suspendido entre los dos infinitos de destrucción, infinitos porque todo el tiempo es suyo, la serie inmensa de los pisos geológicos descifrables, no es en realidad más que un episodio, último testigo conservado, de una larga historia que jamás se aclarará».

CONDICIONES BIOLÓGICAS EN UN MEDIO MARINO

Como la abundancia de fósiles ocurre en el mar y es con estos seres con los cuales hemos de proponer las comparaciones, formularemos algunas ideas referentes a la observación.

A la vista de los fósiles debemos atender, en cuanto vayamos fijando datos, a reconstituir las condiciones de vida en que aquellos seres se hayan desarrollado.

La base de este encadenamiento de ideas se funda en que las condiciones de los mares actuales serán, aproximadamente, las mismas que las de aquellos, que rodearon a las rocas y fósiles en estudio, y es lógico admitir que su *funcionamiento* será semejante al marino, caso en el cual sería razonable deducir análogas consecuencias respecto a la evolución de la vida, en los antiguos seres examinados.

Prescindiendo de la sistemática, los seres marinos se pueden dividir en dos grandes grupos biológicos: seres bentónicos y seres pelágicos.

El grupo 1.º (Benthos) comprende los animales que viven, fijos o libres, en el fondo del mar, que son: esponjas, corales, equinodermos, bryozoarios, braquiópodos y la mayor parte de los crustáceos adultos, etc.

En cuanto a los seres pelágicos se encuentran flotantes o suspendidos a cualquier distancia de la costa y a profundidades variables entre el fondo y la superficie del mar. Se llaman *nekton* cuando son buenos nadadores y surcan las aguas con sus medios variables: son cefalópodos, peces, cetáceos, etc., mientras que los seres adaptados a la vida del plankton son diminutos y flotan arrastrados por las corrientes. El plankton animal se compone de foraminíferos, radiolarios y protozoarios, medusas y otros hidrozooarios, como fueron los graptlitos del Siluriano, pterópodos, pequeños crustáceos, tunicados, etc.; el plankton vegetal comprende, sobre todo, diatomeas y otras algas.

El fondo del mar se divide en dos regiones biológicas: la *región pericontinental* y la *abysal*.

La Zona nerítica.—Comprende desde el nivel de la marea, hasta la Isobata de unos 200 m., plataforma continental que entra por completo en la acción de las mareas, de las corrientes y de las olas, de lo cual resulta que, agitada y aireada, remueve los depósitos del fondo, siempre y a proporción de brisas, vientos y tempestades.

Al referirnos a los movimientos de las aguas, desde la superficie al fondo y al arrastre de las láminas flúidas, en turbulencias reunidas y otras libres, etc., que pueden contribuir a los movimientos de los seres marinos, dedicamos un recuerdo muy afectuoso a la memoria inolvidable de nuestros compañeros Terradas y Fernández Navarro. El fondo puede ser rocoso, ó estar tapizado de guijarros, arenas o limos. El agua está iluminada en todo su espesor. Las variaciones de temperatura, en el giro de las ortaciones se propaga en los 200 metros de profundidad de la lámina de agua, y en ella se producen variaciones proporcionadas al medio ambiente.

La zona bathyal se extiende entre el borde externo de la plataforma continental y la isobatha de 1.000 m.; la presión es elevada, la temperatura baja, casi invariable y no influenciada por la latitud, y los movimientos del agua se limitan a corrientes lentas; el fondo, con escasas variaciones, suele estar formado de elementos finos.

Por ello, la fauna bathyal es poco variable en sentido horizontal; no hay vida vegetal por ausencia de luz; los animales estenotermos y comedores de limo, son muy sensibles a las variaciones de temperatura.

La región abysal va desde la isobatha de 1.000 m. de profundidad hasta los mayores abismos (8.000 a 10.000 ó 12.000) marinos. La presión es considerable en el fondo: tinieblas completas, temperatura baja y fondo de limo fino.

La fauna, uniforme, ofrece un carácter polar bastante acentuado.

FÓSILES. CONSERVACIÓN

El estado de conservación de los fósiles o petrefactos, varía mucho en los diversos estratos: naturaleza de su organismo, modo de vida y disposiciones derivadas de su jacilla. Todas esas circuns-

tancias implican influencias en la situación en que se encuentran los fósiles.

Naturaleza de los organismos.—Puesto que los tejidos blandos de animales y plantas perecen normalmente, es rara su buena conservación en el estado fósil. La completa *aproximación se produce en los insectos incluidos en el ámbar o resinas*, como en las áreas oligocenas del Báltico, *depósitos armenios* y lignitos resinosos franceses de Sezanne. Trazos e impresiones de *celenterados* blandos se han encontrado, pero sin duda son debidos a las extraordinarias condiciones de su caída en lechos de limos o arenas muy finas. Como regla general los animales que no segregan carapacho o esqueletos duros, se pierden para su buen estudio paleontológico.

Hay algunos esqueletos, externos o internos, de piezas duras unidas por tejidos más blandos, los cuales producen un esparcimiento de los huesos o anillos dermato defensivos, como ocurre en los vertebrados y en muchos artrópodos; con separación de piezas, que ofrecen alguna dificultad en la determinación del fósil completo. Muchas veces, en la desarticulación, se reúnen las piezas de mejor defensa y así se encuentran en acumulaciones extraordinarias: tallos y varillas de crinoides o cistideos, apícticos, espinas de espongiarios, etc., imprimiendo carácter a los estratos en muchas formaciones. Hay partes duras, particularmente de caparazones de secreción de quitina y sílice, que van sufriendo disolución al filtrarse y terminan formando capas que contienen y hasta llegan a colmarse de nódulos, los cuales aun conservan espinas de esponjas en los horizontes superiores. Lo mismo sucede con capas de radiolarios y en general carapachos, fácilmente solubles en aguas alcalinas.

En los seres orgánicos una de las materias más frecuente de la mineralización es la caliza, en sus dos formas tan diferentes de cristalización: calcita en romboedros agudos o aplastados y aragonito en prismas agrupados exagonalmente; ambas clases son redisolubles en aguas aciduladas, pero es más resistente la calcita, la cual, no solamente puede perdurar, unida a la quitina en las formas externas, *más o menos pulidas* de los fósiles, sino en el interior, en romboedros compactos (crinoides) o en geodas formadas por las cavidades de las vísceras desaparecidas y entonces suele

ofrecerse en puntas romboédricas agudas o muy achatados y de perfil externo burdamente exagonales.

Aunque las *selectividades* no son tan *definitivas*, hay autores que atribuyen la cristalización de calcita a los corales alcionarios y casi todos los braquiópodos, echinodermos y varios géneros de moluscos, como *ostrea* y *pecten*, mientras que son de aragonito las más frecuentes cristalizaciones de: corales madreporarios, gasterópodos y cephalópodos. *Hay que señalar, como típica e indicativa*, la disposición en láminas alternantes de algunas conchas de lamelibranquios, como *pinna*, *Nautilus*, *Spondylus*, las cuales, hacia el interior, tienen láminas de aragonito y en cambio son de calcita las que llegan al exterior, en la escultura del petrefacto.

Modernamente se han señalado las ingerencias *finamente* filreadas del carbonato de magnesia, isomorfo con la calcita, y entre las cristalizaciones de la cual se suele ofrecer, *dando una resistencia al desgaste, por su escasa* solubilidad, mientras prácticamente, en los carapachos de aragonito, los esqueletos de los vertebrados contienen bastante proporción de fosfato de cal, que aumenta su resistencia; los dientes llegan a tener un 60 por 100 de ese componente, que los conserva con frecuencia, resultando muy útil en la clasificación dental de los mamíferos.

La parte leñosa de los tejidos de las plantas, compuesta de celulosa y sustancias semejantes, representan realmente la estructura de su esqueleto, pero su conservación excepcional permite a veces la fosilización de la organización celular; lo más general es que la madera se carbonice y destruya, ofreciéndose, según los grados de alteración, como pez, lignito y carbón.

Prescindiendo de la composición de los *dermoesqueletos*, hay características en ciertos animales que favorecen su fosilización, tal ocurre, por ejemplo, con braquiópodos cuyas conchas suelen tener unidas y cerradas las valvas: vacías con sus aparatos braquiales o rellenas de arena.

Los músculos de fósiles que abren y cierran las valvas, están colocados de tal modo que, cuando se relajan, se cierran la concha y así permanece y se salva el organismo, y, en cambio, los pelecipodos tienen que contraer sus músculos para cerrar *su cavidad, o sea, su muerte* produce la frecuente apertura de la concha por la acción del ligamento, y se reseca y atiranta.

MUERTE Y CONSERVACIÓN

Lugar de cohabitación.

Las condiciones de este apartado influyen o pueden hacerlo, en cuanto a la fosilización del ser, al morir.

Un esqueleto a la intemperie se estropea y destruye rápidamente. En general un enterramiento completo, *recién muerto el animal*, es preciso para la mejor fosilización, pero como hay pocos sitios donde los sedimentos *se extiendan y aumenten* en todos sentidos, se desprende que los animales terrestres tienen pocas probabilidades de conservación por total enterramiento, y la mayoría de los restos se descomponen: y así ocurren en muchas orillas, demostradas por huellas y perforaciones: cuarcita armoricana; cruzianas; margas con pisadas del Triás; Flysch numulítico, con jergíficos, etc., en los que no se encuentran verdaderos fósiles, sino sus huellas representativas (1).

Los depósitos fluviales conservan bien los fósiles enterrados, pero, con frecuencia, las corrientes los arrastran y se deshacen.

Los isleos lacustres se aprietan fácilmente por los temblores de tierra, y así se suelen perder. Sobre la caliza carbonífera de la base se han conservado a veces depósitos límnicos bien analizados.

Puesto que el mar es el más eficaz aportador y reparador de los productos detríticos denudados por arrastre, y observando que la mayor aportación detrítica se verifica en la plataforma costera, se desprende que, los enterramientos más frecuentes, tienen lugar en las zonas de Forbes, lo suficientemente profundas (o sea, también alejadas de la costa) para que la acción vertical, removedora de las olas, no alcance los sedimentos neríticos aportados.

Esta aureola de la banqueta, hasta los 20 fathoms, es la más abundante en fósiles y depósitos detríticos con capas marinas homólogas emergidas, que suelen lucir más por los movimientos de

(1) El célebre paleontólogo inglés, Mr. Bather, los llamaba, donosamente, tarjetas de visita.

emergencia que exponen que por los yacimientos fosilíferos. Y es natural que, siendo el área de mayor variedad de condiciones físicas, sea la de mayor variedad en faunas correspondientes. Es oportuno en este punto hacer notar que la constitución y modo de vivir de algunos de los fósiles tienen positiva influencia en su ocurrencia de fosilización; así los braquiópodos y los equínidos forman agregaciones de individuos que, al principio, han estado fijos en el suelo por sus pedúnculos, mientras son frecuentes las nidadas de *rhynchonélidos* y *terebratulidos* en los terrenos paleozoicos y secundarios.

Otro modo de vida, muy favorable a la fosilización, es el que corresponde a las colonias arrecifiales, adoptada por corales (tetracoralia) en campos superpuestos o en capas que se van agregando, como los Strematopóridos, enlazados con algas calcáreas, por ejemplo, en las capas de la rugosa del Infradevónico. Esta mezcla de organismos fijadores de calizas, a la que se adhieren muchos invertebrados, produce a veces una construcción de gran crecimiento que ocupa desniveles amplios en la escala de sus terrenos.

La importancia de las algas calcáreas como constructores de rocas, se puso de manifiesto por Unger demostrando que los lithotamium habían contribuido ampliamente a la formación de gran parte de las calizas del Terciario, en la cuenca de Viena y en las cuencas inglesas de Garwood (1913).

Estos campos coralígenos son frecuentes en la rugosa de León y en las potentes calizas del Seo, en el Siluriano maragato.

Hay algas pequeñísimas y hasta filiformes, que forman episodios y horizontes completos, como las girvanellas, en el ordoviciense y Solenóporas, en las formaciones jurásicas.

El mimetismo del reemplazo parece justificado por la colocación de corales operculados que recuerdan las conchas cónicas de los rudistas, cubiertos por sus valvas, en figuras de tapas guiadas; las Richthofenias, y braquiópodos del permiano, cumplirían un análogo papel defensivo del cantil marino.

Las condiciones del tallo y el presumible agregado de habitat de los crinoides paleozoicos, da lugar a la formación de calizas de entronques de crinoides, las cuales se reparten, del Siluriano, a la caliza de montaña en la base del Carbonífero.

Los animales perforadores, lo mismo en la roca que en la are-

na o en el fango, tienen mejores condiciones de conservación y aun ocurre que, alguna vez, se conserva el molde interno como en las cuarcitas silurianas (armoricana, Scolithus) y en el flysch numulítico (*scolithia* prisca, foralites, etc.), entre los petrofactos perforadores bien conservados.

Hay seres que caen muertos con frecuencia sobre lodos finos o arcillas como pueden ser insectos, sobre arcilla de lagunas o peces sobre fango; algunas de estas conservaciones primorosas se ven con frecuencia en los museos.

Las arcillas finas, separadas en general de las areniscas, tienen como favorable condición su impermeabilidad, pues así, su material suave y fino, recibe todos los detalles del fósil que se conserva perfectamente; sin embargo, su fácil deformación a la presión hace que los pesos aplanen o hagan resbalar las tongadas fosilíferas, que llevan con frecuencia el perjuicio de su mala propiedad física.

La reducción de las aguas sulfuradas por la putrefacción del fósil suele fijar la marcasita en el nódulo (núcleos silurianos).

Las tongadas calcáreas tienen frecuentes caracteres intermedios entre arcillas y areniscas, según la mezcla; cuando la caliza o margá es dura y con buen grado de pureza, conserva las conchas, pero muy engastadas son difíciles de aclararse y extraer; para lograrlo en laboratorios de Norteamérica, «Smitsonian Institut», se introducen grandes bloques de caliza en calderas con ácido clorhídrico diluido y, con atención en la disolución de la roca matriz, vigilando la operación con salidas y entradas en el líquido, se logra maravillosas limpiezas de fósiles con detalles delicados, braquiales, en su interior (Braquiópodos permianos). Un recuerdo afectuoso al profesor Cooper, autor de esta técnica.

* * *

En este atisbo de tiempos remotos, oscuros y larguísimos, que se enlazan con la eternidad, la geología tiene que apoyar su orden en aliados humildes y abundantes como son los seres inferiores marinos, pues si hoy tienen los mares las 4/5 partes de la vida del mundo, antes, *en ese interminable camino*, el mar fué casi todo y todo en el origen. Esto orienta y limita nuestros estudios hacia

los repetidos organismos de los océanos, en los que surgió la vida.

Los seres orgánicos son dóciles al medio; si éste muda, ellos mueren o se adaptan y las emigraciones de especies tienen el paragon de las caravanas mitológicas, aunque sin negar que, a veces, seres y hombres hayan cumplido caminatas fantásticas, pero esas raras y ciertas veces, ocurrieron cuando el medio les fué hostil y ellos caminaron hacia el nuevo sol.

Establecida como un hecho la *perfección* evolutiva de las especies, debemos estudiar los fósiles como si fuesen vivos, pues lógicamente se establece esta *proporción*: si a medida que avanzan los tiempos *en estratos más altos*, los fósiles de cada tipo son más perfectos o tienen variación, resultaría que, si conociésemos bien la filogénesis del fósil encontrado, deduciríamos, de su grado de perfección, la altura o estrato que debe ocupar.

Más difícil es la modificación del Espíritu y Dios nos la permite. En este extremo ¿cuál será la analogía aparente y posible entre un salvaje, que sólo cuenta: 1, 2, 3... con un civilizado, inteligente y culto?

HE DICHO.