

cabo importantes trabajos. Muchos geógrafos concuerdan en creer que, al presente, la mencionada escala es aplicable á la mitad de la tierra firme y que cabe, por esto, poner manos á la obra. Durante los años necesarios para la elaboración y publicación de las hojas de esta mitad de la tierra bien conocida, los informes sobre el resto podrán aumentar de modo que sólo queden algunos territorios á los que no se pueda aplicar dicha escala.

De inmenso resultado, así para la Biología como para la Geología, han sido las exploraciones submarinas, que constituyen una nota característica de las investigaciones durante el período que nos ocupa. La expedición del *Challenger*, realizada entre mil ochocientos setenta y tres y mil ochocientos setenta y seis, en el que los naturalistas ingleses Wywile, Thompson, Moseley, Murray y Wild dieron la vuelta al mundo, sirvió para dragar los abismos del Oceano hasta ocho mil metros de profundidad, probando, contra las ideas corrientes hasta entonces, que la vida alcanza hasta allí y que se halla uniformemente repartida, con representación de animales, algunos muy singulares, que moran en aquella obscuridad y bajo presiones enormes. Después se han multiplicado estos trabajos, construido sondas más perfectas y coleccionado estos habitantes de los abismos del mar, entre los cuales hay formas que vivieron en remotos períodos geológicos y se reputaban extinguidas. El estudio de aquellos seres reveló que la sucesión biológica ha sido continua, sin que se haya interrumpido la vida un instante, contrariamente á lo afirmado por los partidarios de la doctrina de los cataclismos, que hacían derivar cada fauna y cada flora, de los diferentes períodos geológicos, de una nueva creación destinada á repoblar la tierra, desierta después de cada catástrofe. Más adelante volveremos á tratar de este importante asunto de la biología marina.

Para el conocimiento de los materiales que forman el Globo, ha sido un auxiliar poderosísimo la gran extensión alcanzada por los trabajos mineros hasta profundidades antes desconocidas y las obras públicas, como ferrocarriles, canales, túneles y puertos, que han exigido trabajos inmensos de excavación y desmonte, poniendo á descubierto la disposición de los estratos y sacando á luz multitud de rocas y fósiles, que el geólogo ha podido examinar é incorporar á las colecciones. De todas las partes de la Geología, ninguna había realizado menos progresos que la Litología, ó sea la referente á los materiales pétreos esenciales en la constitución de nuestro planeta. Este atraso se debía á la dificultad y, á veces, imposibilidad, de determinar los elementos componentes de las rocas cuando no aparecen ostensibles á la simple vista, que es lo general, desconociéndose también, por consiguiente, su estructura y careciéndose de los datos principales para inferir su origen. Los intentos de aplicación del microscopio al estudio de las rocas no dieron resultado alguno, hasta que Sorby, en mil ochocientos cincuenta y siete, tuvo la idea, investigando la estructura del cuarzo, de reducirlo á secciones delgadas y examinarlas por trasparen-

cia. Este trabajo fué seguido de otros varios, algunos de carácter general, cuyos resultados llamaron grandemente la atención de los geólogos por su trascendencia teórica, sobre todo el de la existencia de cavidades en el cuarzo de algunos granitos, llenas más ó menos completamente de agua pura unas veces, de soluciones de cloruros y sulfatos alcalinos otras: trabajos que valieron á Sorby la medalla que le otorgó la Sociedad Real de Londres en mil ochocientos setenta y cuatro. Por entonces, entró en relaciones con el geólogo alemán Zirkel, el cual comprendió en seguida el vasto campo que el método de las secciones transparentes abría á la Litología, y así se dedicó á preparar láminas delgadas de rocas y examinarlas con los medios amplificantes, dando á luz uno de los trabajos más memorables de la ciencia geológica moderna. Siguiéronle en Alemania ilustres litólogos, particularmente Rosenbusch, que perfeccionó notablemente el método con la aplicación de la luz polarizada al microscopio, y recientemente lo han mejorado otros con los procedimientos microquímicos, llegándose, en fin, á poseer un medio de conocer la composición y estructura de las rocas é inferir, de estos datos, su origen y las transformaciones que han experimentado en el transcurso de los tiempos.

Una de las aplicaciones más interesantes, sin duda, á que se ha prestado el nuevo método de estudiar los minerales y las rocas, ha sido la del reconocimiento de esos mensajeros de otros mundos llamados meteoritos, revelando una curiosa serie de analogías y diferencias con respecto á los materiales de nuestro Globo. Los elementos que contienen concuerdan, salvo raras excepciones, con minerales conocidos: su estructura íntima es casi siempre claramente cristalina, al modo que la de los pórfidos; más, á menudo, consiste en un agregado de partes conglutinadas, con numerosas inclusiones cristalinas redondeadas, que G. Rose denominó *condros*. Este último carácter no se encuentra en ninguna roca terrestre, y ha sido interpretado, por unos, como resultado de la cementación de productos consolidados, y por otros, entre ellos Tschermak, como gotitas solidificadas, siendo en este caso su formación obra de una erupción de substancia fundida. De estos meteoritos, unos son pétreos, y á estos nos hemos referido hasta aquí, en los que las secciones transparentes revelan al microscopio dichas estructuras; otros, metálicos, y estos consisten, en su mayoría, en una aleación de hierro y níquel, con gran predominio del primero. Tratándose de materias opacas, como son dichos hierros meteóricos, no sería dado conocer su estructura íntima si no se hubiese descubierto un curioso procedimiento de ponerla de manifiesto, que consiste en pulimentar una superficie y provocar en ella la corrosión por medio del ácido nítrico. La mayoría de los meteoritos metálicos se cubren así de bellos dibujos, llamados figuras de Widmanstalten, del nombre de su descubridor, los cuales constan de una multitud de trazos finos, que alternan con depresiones y se cruzan unos con otros. Explícanse, según G. Rose, por una reunión de capas dispuestas según las caras del octaedro, y los diferentes juegos y ángulos bajo que se

CAPILLA ALFONSO
BIBLIOTECA
D. A. N. L.

cortan aquellas líneas, ponen de manifiesto la estructura del meteorito. Tan curiosas investigaciones han pasado del campo especulativo al de las aplicaciones, sirviendo de medio de estudio macro y microscópico de los aceros y fundiciones, á lo que se deben, en gran parte, los últimos progresos sorprendentes que están realizando estas grandes industrias y de que anteriormente hemos hecho mérito.

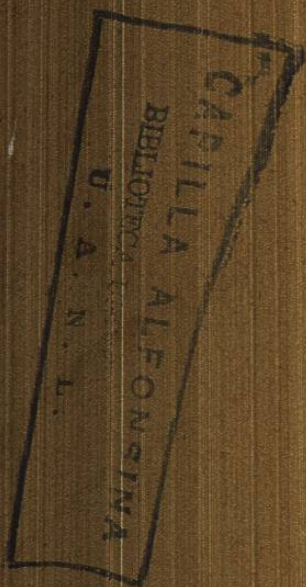
El coronamiento, en punto al estudio de los materiales terrestres, ha sido alcanzado por la llamada mineralogía sintética, que persigue el problema de reproducir en el laboratorio las especies del mundo inorgánico. Después de haber obtenido esta rama éxitos sorprendentes hacia el año mil ochocientos cincuenta, ha entrado, de entonces acá, en una nueva vía, que le ha proporcionado una brillante etapa. Los resultados obtenidos constituyen una rica cosecha de hechos positivos; después se han coleccionado otros documentos interesantes no solamente para la Mineralogía pura, sino también para la Petrografía, permitiendo entrever alguna de las condiciones que han presidido á la génesis del Globo. Merced á esta nueva dirección, á las antiguas teorías geológicas han reemplazado las inducciones basadas sobre datos ciertos, sacados de las experiencias físicas y químicas de los laboratorios y en condiciones perfectamente determinadas.

Las reproducciones artificiales, aunque ensayadas en casos aislados hace bastante tiempo, sólo adquirieron su completo desarrollo en la segunda mitad del pasado siglo, por los trabajos de Ebelmen, Sénarmont, Henry Sainte-Claire Deville, Fouqué y Michel Lévy. A ellos se debe el haber destruído el prejuicio de que la Naturaleza trabajaba con medios misteriosos, y que sólo merced á disponer de tiempo indefinido, de masas enormes y de fuerzas que se creía negadas al hombre, podía crear los minerales y las rocas; nadie hubiera imaginado que en un crisol que contenga solamente algunos gramos de materia, se podrían reproducir asociaciones cristalinas idénticas á las que vomitan los volcanes por millones de metros cúbicos. Los laboratorios disponen ahora de aparatos perfeccionados, que suministran altas temperaturas y fuertes presiones en condiciones de fijeza y de seguridad inesperadas. La combinación de los hornos Leclerc y Forquignon y de la trompa Domoiseau, que proporciona el viento á un soplete de gas, da el procedimiento más práctico para obtener y mantener en un pequeño espacio altísimas temperaturas. Un solo ejemplo nos bastará para hacer patente la importancia científica de estos procedimientos sintéticos. El origen del granito es uno de los problemas más graves que han preocupado á los geólogos y que ha suscitado entre ellos más vivas discusiones. La opinión de que dicha roca era de procedencia ígnea, es la que ha prevalecido durante la primera mitad del siglo décimo-noveno, reemplazando á la teoría neptuniana de Werner. La síntesis se ha encargado de resolver la cuestión, demostrando rigurosamente la imposibilidad de producir el granito por fusión puramente ígnea. Fouqué, en una de sus experiencias, fundió en un crisol una mezcla de partes iguales de

feldespato y mica, obteniendo un residuo débilmente vítreo, en el que había cristales microscópicos, varios con carácter de agregado volcánico y no granítico. Otras experiencias de Hautefeuille sobre la reproducción del cuarzo á alta temperatura y en el seno de un fundente, muestran que dicho mineral afecta en estas condiciones formas cristalinas que no son las del cuarzo de los granitos. Los ensayos hechos por la vía húmeda para reproducirlo, aun sirviéndose de una gran presión y de temperaturas que se elevan á quinientos grados, no han logrado tampoco éxito. Estos datos, á pesar de ser negativos, trazan los límites entre los que deben moverse tanto las hipótesis de los geólogos como las investigaciones del porvenir. En punto á los minerales y las rocas de origen volcánico, los resultados han sido mucho más positivos, habiéndose llegado á obtener en el laboratorio productos enteramente semejantes á los naturales por su cristalización, composición y caracteres macro y microscópicos.

Las ramas de la Geología referentes á la disposición y cronología de las capas terrestres se han enriquecido con un material valiosísimo, merced á la exploración más intensiva de las regiones ya conocidas y, sobre todo, á los viajes á los países antes ignorados desde este punto de vista. La gran síntesis á que la ciencia ha llegado con tan copioso material, es la famosa obra del eminente profesor austriaco Suess, *Das Antlitz der Erde*, cuyo primer tomo apareció en mil ochocientos ochenta y cinco y produjo sensación extraordinaria. Para comprender la trascendencia de los nuevos puntos de vista expuestos en este gran trabajo, háy que recordar el estado á que las teorías geológicas habían llegado en la primera mitad del siglo y que oportunamente bosquejamos, cuando Elie de Beaumont parecía haber dicho la última palabra sobre el origen de las montañas que accidentan el globo, y se mantenía aún la polémica entre los partidarios de los cataclismos de Cuvier y los de las causas actuales de Lyell.

Las investigaciones sobre el terreno de Deluc, Saussure, A. Favre, C. Prévost, Lory, Magnan, Heim, Macpherson, Bertrand y otros varios, han puesto en claro que las cordilleras son obras de colosales pliegues y fracturas; que no forman sistemas regularmente dispuestos á ambos lados de un eje cristalino, como antes se admitía, sino sistemas esencialmente asimétricos, y que las manifestaciones volcánicas que á veces se presentan en la proximidad de las cadenas, son efecto y no causa de las modificaciones experimentadas en aquel punto por la corteza terrestre. Mallet, en Inglaterra, ha sido el primero que ha dado forma concreta al pensamiento que de las anteriores premisas se deducía. Admitida la movilidad del envoltorio del globo, ó sea la costra terrestre, hay que explicar aquélla como efecto del débil espesor de la segunda; las montañas son la consecuencia del arrugamiento de la costra á compás de la contracción secular que el planeta experimenta; pero esta contracción se manifiesta al exterior obrando en la dirección de la tangente y, por no ser las rocas homogéneas, estrujando las flexibles en torno



de las rígidas. Casi al mismo tiempo que Mallet, el mencionado profesor Suess exponía conclusiones en un todo análogas, que sirvieron de punto de partida á su teoría orogénica, desarrollada con asombrosa riqueza de datos referentes á todas las regiones del Globo. Entre los nuevos elementos que éste aporta á la doctrina, es uno el de los descensos verticales de porciones de la corteza terrestre recortadas por fallas, que explican la estructura antes incomprensible de ciertas regiones, como el valle del Rhin, la cuenca de Hungría y la zona del mar Rojo. Estos hundimientos no se limitan solamente al deslizamiento de porciones recortadas, sino que existen inmensas regiones que vienen descendiendo en el transcurso de los tiempos, al paso que otras permanecen estilizadas, constituyendo pilares (*Horst*), y consisten las más veces en masas de gneises y pizarras cristalinas. El pilar es como el esqueleto que van revistiendo sucesivamente las partes flexibles; que se modifica, por consiguiente, en su periferia, al paso que su núcleo permanece invariable. La costra terrestre no está sujeta á un movimiento constante y uniforme en toda ella de elevación y descenso, como era general creencia, convirtiéndose tan pronto los mares en tierras firmes como sepultándose éstas en el seno de las aguas; todo prueba hoy, al contrario, que el interior de los continentes, formados las más veces por antiguos gneises, pizarras ó granitos, se halla emergido desde las épocas más remotas y que sólo en sus bordes y depresiones centrales el mar ha hecho avances y retrocesos sucesivos: los abismos del Oceano han estado, asimismo, cubiertos como hoy por las aguas desde la consolidación de la corteza del Globo, y ya no se opera en ellos ningún trabajo de sedimentación. En resolución, la moderna teoría orogénica acaba para siempre con los fantásticos cambios de decoración que constituían la historia de la Tierra para los geólogos de principios del siglo décimo-noveno, y á los levantamientos con que entonces se explicaba la formación de las montañas, reemplazan los descensos en sentido vertical producidos por la gravedad, de los que resultan partes que quedan en alto, mesetas y cadenas, y partes que se hundén, depresiones continentales y oceánicas.

Grandes han sido también los progresos de la Paleontología, en el terreno de sus concepciones teóricas y en el del material con que se ha enriquecido. Limitándonos por ahora á este segundo, pues el primero se enlaza íntimamente con cuestiones biológicas de que después trataremos, bastará recordar que, en mil ochocientos cuarenta y nueve, Bronn publicó una lista de todas las especies fósiles conocidas, que comprendía dos mil cincuenta nombres de plantas y veinticuatro mil trescientos de animales, en una época en que se conocían unas setenta y dos mil plantas vivas y cien mil especies animales; pues bien, según Günther, el número actual de animales descritos se eleva á trescientos veinte mil, de los que veinticinco mil son fósiles. El total de estos últimos crece rápidamente de día en día, y aunque hay grupos enteros del reino zoológico que carecen de

representantes fósiles, se puede asegurar que el número de especies paleontológicas ha de igualar bien pronto al de las vivientes.

Importante es el papel que á la Paleontología corresponde hoy en la solución de los grandes problemas biológicos; y aun en punto á la clasificación, es evidente, por ejemplo, que los órdenes enteros de reptiles nuevos encontrados en estado fósil (como los *Pterodactylus*, *Dinosaurios*, *Sauropterigios*, etc.), han esclarecido las relaciones existentes entre las singulares organizaciones de estos animales, como los *labirintodontes* la de los *batracios*, los *trilobites* y *merostomas* la de los *crustáceos*, los *ammonites* y *belemnites*, los de los *moluscos*. Frecuentemente, las formas fósiles han revelado afinidades ignoradas entre criaturas de la época actual que parecían sumamente diferentes: así, el *Anoplotherium* ha venido á aproximar los rumiantes y los paquidermos; el *Hipparion* y el *Anchitherium* han llenado la laguna que separaba los solípedos de los paquidermos, como los dinosaurios muestran el tránsito de las aves á los reptiles, y los ictiosauros el de los reptiles á los peces. En este orden de estudios, son trascendentales los trabajos de los paleontólogos de fines del pasado siglo: trabajos que se prosiguen en el actual, mereciendo especial recuerdo en tal respecto los del eminente Gaudry. Y es que desde que no se vió solamente en los fósiles meros restos de plantas ó de animales extinguidos, sino los documentos que deberían reconstituir la historia de la Tierra y de sus habitantes, se vislumbró un interés en su estudio lleno de sorpresas, que la experiencia ha venido á confirmar. Los numerosos materiales paleontológicos acumulados desde principios del siglo de que tratamos, hubieran quedado reducidos á una estéril lista de hechos si no se hubiesen aplicado los geólogos á identificar las diferentes formaciones del Globo en vastas extensiones, con ayuda de los fósiles, y fijar el orden de sucesión de las mismas, al tiempo que los botánicos y zoólogos, examinando estos restos desde el punto de vista de su organización, los daban á conocer como miembros de las escalas de los seres vivos, como antecesores de los seres que viven actualmente, mereced al desarrollo alcanzado por la teoría de la descendencia.

El conocimiento de las floras que se han sucedido en el transcurso de los tiempos geológicos ha contribuido, asimismo, en alto grado á los progresos de la Botánica contemporánea. Las impresiones de hojas, de tallos y de frutos, que en los terrenos carboníferos y terciarios sobre todo se han descubierto, han merecido trabajos notabilísimos de Brongniart, Göpper, Ettingshausen, Unger, de Iler, Saporta, Regnault, Marion, etcétera, suficientes por sí solos para crear una rama científica de tanta trascendencia como lo era la Paleontología zoológica respecto al mundo animal.

La Geografía botánica, iniciada en la primera mitad del pasado siglo, según vimos oportunamente, y en gran parte por los botánicos españoles que dieron á conocer las producciones americanas, entre ellos señaladamente Mutis, alcanzó posteriormente un

CAPILLA ALFONSO
BIBLIOTECA
D. A. N. L.