

218 CRITICA Y TEORIAS NUEVAS

SOBRE

EL PERIODO CARBONIFERO

POR

MIGUEL BUSTAMANTE (h.)

INGENIERO DE MINAS.

PROFESOR DE MINERALOGIA Y GEOLOGIA EN LA ESCUELA N. DE INGENIEROS

Y DE

HISTORIA NATURAL EN EL COLEGIO MILITAR, ETC., ETC.



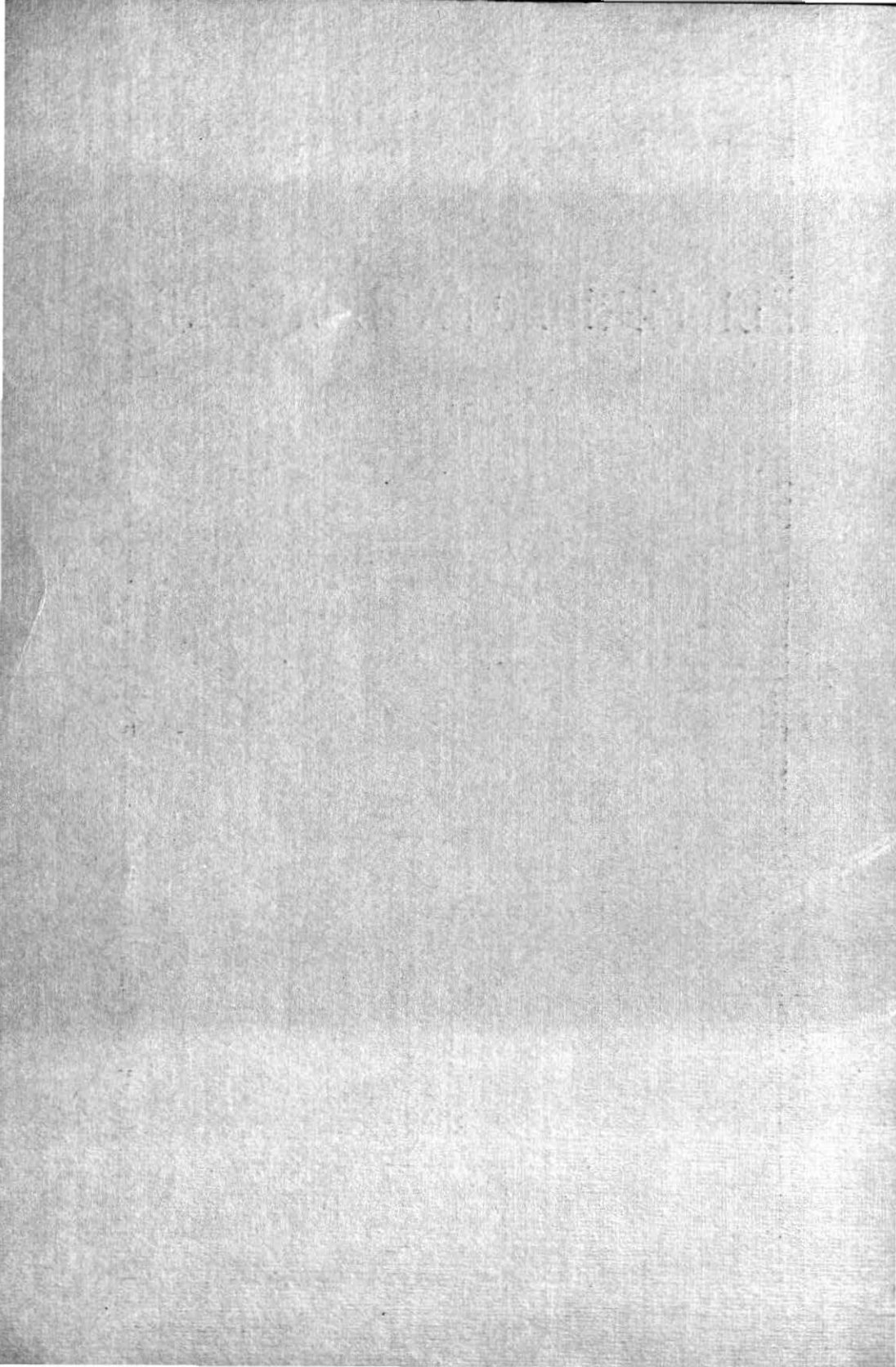
MEXICO

TIPOGRAFIA DE LA VDA. DE FRANCISCO DIAZ DE LEON, SUCS.

Esquina 5 de Mayo y Callejón de Santa Clara

—
1909 -





CRITICA Y TEORIAS NUEVAS

218

SOBRE

EL PERIODO CARBONIFERO

POR

MIGUEL BUSTAMANTE (h.)

INGENIERO DE MINAS,

PROFESOR DE MINERALOGIA Y GEOLOGIA EN LA ESCUELA N. DE INGENIEROS

Y DE

HISTORIA NATURAL EN EL COLEGIO MILITAR, ETC., ETC.



MEXICO

TIPOGRAFIA DE LA VDA. DE FRANCISCO DIAZ DE LEON, SUCS.

Esquina 5 de Mayo y Callejón de Santa Clara

1909

DEL PERIODO CARBONIFERO

QUINTO TRASTAMARITO

CONSTITUCION DE LA REPUBLICA Y DE LA LEY DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE GUAYMAS

MEXICO

IMPRESION EN LA OFICINA DE LA IMPRESION NACIONAL

1900

ADVERTENCIA

Desde que empecé á desempeñar el cargo de Profesor de Mineralogía y Geología en la Escuela N. de Ingenieros, me preocupé en alto grado de la importancia que estas dos ciencias tienen en el desarrollo de las industrias y riqueza de un país cualquiera, pero con especialidad en uno como el nuestro que encierra en su seno gran variedad é inmensas cantidades de materias primas de origen mineral, las cuales, por falta de conocimientos de los habitantes, y por consecuencia de iniciativa y espíritu de empresa, yacen ociosas y sin provecho para la generación actual y varias de las que vengan reemplazando á la presente.

En algunos casos las cedemos para su explotación á los extranjeros, los cuales, mientras tengan una educación práctica moderna mucho mejor que la nuestra, serán los dueños, ó cuando menos los directores de nuestras principales industrias; es por esto que en la actualidad nuestra industria minera que antaño estaba en manos de los criollos y después de consumada la Independencia en manos de los mexicanos, se encuentra hoy entregada casi por completo á la dirección y capital extranjero; han pasado, para vergüenza nuestra, los tiempos en que un Sonneschmid y los demás sabios y operarios mineros que vinieron de Alemania á México por mandato de Carlos III para enseñar á los mineros de la Nueva España los métodos europeos más adelantados de explotación de minas y beneficio de metales, tuvieron que confesar que ellos no tenían nada que enseñar á los mineros del antiguo Anáhuac, sino por el contrario, ellos fueron los que tuvieron que estudiar y aprender algo muy interesante, como fué el beneficio por patio, etc.

Mucho he lamentado que en la Escuela N. de Ingenieros el estudio de estas dos ciencias se haya limitado, en los tiempos modernos, á los estudiantes que siguen la carrera de minas; extraña esto tanto más cuanto que en el Colegio Militar, en donde se siguen carreras análogas á las que en nuestra Escuela se designan con el nombre de ingenieros civiles, geógrafos, etc., se considere como obligatorio para todas esas carreras el estudio de estos dos importantes ramos del saber humano.

Esto último es lo natural y racional, puesto que toda obra de ingeniería que entra en el terreno de la práctica, tiene por fuerza que traducirse en una construcción, máquina ó herramienta más ó menos complicada, en la que entran materiales sacados del seno de la Tierra

ó de su superficie. El conocimiento científico de los materiales que pueden obtenerse del suelo y subsuelo de nuestro planeta, y su distribución, ya sea para aprovecharlos tal como se obtienen de la Naturaleza, ya modificándolos por medio de operaciones industriales, es de una importancia capital; lo mismo pasa con la estructura y formación del suelo y el conocimiento exacto de las modificaciones que pueda sufrir la corteza terrestre y nuestro planeta en general, pues es indudable que el cimiento principal de todo nuestro sér y poderío material, es la Tierra misma, como lo han sostenido los Fisiócratas; por consecuencia, los conocimientos que á ella se refieran son de una importancia muy grande para la ciencia del Ingeniero.

El folleto que ahora publico fué escrito hace más de dos años y es una continuación del que publiqué en Octubre de 1906 con el título de "Climas de los Tiempos Geológicos y la División en Eras" que á pesar de las ideas que en él expuse, contrarias á las dogmáticas, y de la invitación que hice á los miembros de la Sociedad Geológica Mexicana para que se discutiera, sólo obtuve de esa Sociedad, por contestación, que no se debía tomar en consideración mi moción para discutir el trabajo de referencia, y que los miembros de la Sociedad que pertenecían al Instituto Geológico, á los cuales había invitado yo especialmente á la discusión, *no tenían ningún interés en tomar parte en ella*; este resultado tan desconsolador para mí, puesto que me demostraba palpablemente que estaba en un país verdaderamente democrático, en donde no se hace ningún caso de aquello de que *Nobleza obliga*, puesto que según nuestras instituciones no hay ningunos títulos, me hizo guardar la continuación de mi trabajo y esperar tiempos mejores; éstos no tardaron en presentarse, pues varios sabios extranjeros entablaron correspondencia conmigo, con el objeto de discutir algunos de los puntos de que trata mi trabajo; pero lo que más me ha animado para dar á la estampa la segunda parte, es el hecho de que en la quinta edición de la obra titulada "Elements of Geology" por Joseph Le Conte, se encuentran ya admitidos algunos de los puntos principales que yo sostenía en mi pequeño trabajo; además, he visto adoptadas por geólogos eminentes muchas de las ideas que en esa ocasión expuse á la crítica de mis exconsocios en la Sociedad Geológica Mexicana.

Considero de mucha importancia hacer una propaganda para despertar la afición entre nosotros para los estudios geológicos verdaderamente científicos y de utilidad práctica, pues hasta hoy sólo nos hemos dedicado á amontonar datos admitiendo sin réplica ni discusión las opiniones de los escritores extranjeros, los cuales les dan una interpretación torcida y falsa, que los adelantos modernos ya admitidos en las ciencias naturales ponen de manifiesto, y que los geólogos actuales se manifiestan rehacios en introducir en las interpretaciones de los fenómenos geológicos, pues no se consideran capaces de tocar la obra clásica del gran geólogo inglés Sir Charles Lyell; por consecuencia, nada tiene de extraño que nosotros los mexicanos no nos atrevamos á investigar la verdad por sí solos, y menos á romper lanzas con los científicos de las escuelas europeas, á quienes desde tiempos muy remotos hemos rendido culto y vasallaje.

Tiempo es ya de independernos de este yugo, aprovechándonos de lo mucho bueno y verdaderamente útil que se encuentra como

resultado de la inmensa labor científica de esa escuela teórica europea que seguimos, ⁽¹⁾ pero que, como toda obra humana, no puede estar libre de errores; toca á los estudiantes honrados é independientes poner de manifiesto esos errores, reconociendo al mismo tiempo la grandeza de la obra consumada por los antiguos Maestros.

Como no cuento con grandes recursos y mis humildes folletos los reparto enteramente gratis, me veo obligado por ahora á publicar únicamente el estudio que se refiere al Período Carbonífero, que es indudablemente el de mayor interés de toda la Era Paleozoica; reservándome para más tarde la publicación de la "Crítica de las Eras Mesozoica y Cenozoica," con lo que daré fin, por mi parte, á la exposición de las reformas que, en mi concepto, deben hacerse á la Geología Histórica.

Tengo, además, casi concluído un estudio crítico que creo de utilidad para la Geología de la República Mexicana, basado sobre todos los trabajos publicados hasta hoy por el Instituto Geológico y las observaciones sobre el terreno que he hecho yo personalmente sobre esta materia durante catorce años en las prácticas anuales de Geología dadas á los alumnos de la Escuela N. de Ingenieros.

México, Enero de 1909.

M. Bustamante (h.)

(1) Afortunadamente comienza á ser conocida y apreciada entre nosotros la escuela Norteamericana que es mucho más práctica, racional é independiente que la europea.

CRITICA Y TEORIAS NUEVAS

SOBRE

EL PERIODO CARBONIFERO

AUDIATUR ET ALTERA PARS.

Convencido como estoy de la exactitud de la opinión de Lord Kelvin (Sir William Thomson) de que en el interior de la Tierra no existen otras fuerzas que las que pueden existir dentro de una canica de vidrio, ó en otros términos, que la Tierra en su interior es sólida y no existe, por consiguiente, el famoso fuego central á cuya disminución atribuyen muchos la vejez de nuestro planeta; este calor central que ha sido el caballo de batalla de los principales geólogos para explicar todo aquello que no han comprendido ó estudiado á fondo, no me queda á mí otro recurso sino acudir al concurso de los agentes exteriores como las fuerzas únicas que han influido y determinado las transformaciones que se observan en las formaciones atribuídas al período Carbonífero y en las formaciones de cualquier otro de los períodos que vienen á completar la Geología Histórica, tanto en las capas sedimentarias de origen mineral como las de origen orgánico y aun en las de formación volcánica.

Las fuerzas exteriores de mayor importancia, ó más exactamente, de mayor intensidad, que nosotros hemos podido observar y valorar, debén su origen á la energía radiante desprendida del Sol, que nuestro Planeta intercepta sólo en una pequeña fracción; es á esta energía radiante modificada por nuestra atmósfera, mares y tierras firmes, á la que debemos atribuir todos los fenómenos, cuyos resultados observamos, y con especialidad los geológicos, cuyas manifestaciones han dejado huellas características en todas las formaciones accesibles de la Tierra, que en último análisis sólo difieren de las formaciones que se hacen actualmente en que presentan en su composición cantidades distintas, en más ó en menos, de ciertas sustancias y en las huellas de organismos que se consideran como completamente extinguidos, y por consecuencia, como señales inequívocas de un pasado que no podrá ya repetirse.

En los tratados de Geología, aun en los más recientes, se nota que al referirse al estudio de las formaciones del período Carbonífero, no hay ninguna dificultad seria para explicar la formación y depósito de las capas sedimentarias de origen mineral y las calizas

de origen orgánico; pero al llegar al estudio de los medios puestos en juego por la Naturaleza para formar las capas que contienen el carbón mineral, en particular las capas explotables, allí comienzan las divergencias embrollando la cuestión á tal grado, que es muy difícil sacar algo en limpio.

Antes de entrar en materia, conviene hacer una exposición rápida de los datos conocidos que poseemos sobre las formaciones del pretendido período Carbonífero tal como los presentan los autores más conspicuos de Geología, y las interpretaciones que han dado á esos datos para deducir las condiciones especiales de Clima, Geografía Física y Vida Orgánica que hubo durante dicho período.

El período Carbonífero lo subdividen en dos partes principales: el Subcarbonífero y el Carbonífero Superior, añadiendo algunos á estas subdivisiones el período Permio, que unos Geólogos consideran como una anticipación de la Era Mesozoica, otros como una continuación del Carbonífero, y otros, en fin, como debiendo formar parte, no de la Era Paleozoica sino de la Mesozoica; sea de esto lo que fuere, lo que á nosotros interesa es el grueso total ó potencia de estas formaciones atribuidas al período Carbonífero, así como su composición y distribución en los diversos países de la Tierra. Desgraciadamente, sólo de las regiones situadas en las Islas Británicas, Bélgica, Norte de Francia, Alemania y Estados Unidos del Norte tenemos datos de su distribución que, aunque incompletos, son dignos de todo crédito. Siendo ellos los que han servido para basar las teorías de la acumulación del carbón hasta hoy admitidas, serán los que también á mí me servirán para basar las nuevas explicaciones que propongo como fundamento á mi teoría.

El grueso total de los estratos Carboníferos en la Nueva Escocia es de 5,400 metros; en Gales del Sur, de 5,200 metros; en Lancashire, de 5,300, y en Pennsylvania, de 2,800 metros.

El sistema de estratos que constituyen el Subcarbonífero, consta principalmente de formaciones marinas, entre las cuales se encuentran interestratificados delgados mantos de carbón mineral que no son costeables, pero que por su calidad no se diferencian de los carbones extraídos de los mantos de carbón correspondientes al Carbonífero Superior; en esta última formación es donde se encuentran los mantos más ricos, y las capas sedimentarias constan principalmente de formaciones de agua dulce (sic); los estratos del Carbonífero Inferior constan principalmente de calizas marinas, como lo indican los fósiles encontrados en ellas, mientras que las del Carbonífero Superior los estratos son areniscas, arcillas, pizarras y pocas calizas; en estas formaciones se encuentran restos de animales y plantas de agua dulce y terrestres, aunque también se encuentran fósiles de animales marinos con mucha abundancia; este último, en mi concepto demuestra, como lo haré ver después, que las capas sedimentarias del Carbonífero Superior, probablemente no sean, sino por excepción, depósitos de agua dulce. La separación del Carbonífero Superior del Subcarbonífero, se encuentra marcada en muchos yacimientos por un conglomerado silicoso ó una arenisca de granos angulosos y gruesos llamada en el comercio piedra de molino. Las áreas de los terrenos del Carbonífero Superior se encuentran siempre incluídas dentro de áreas más extensas de la Formación Subcarbonífera.

El grueso total de las capas carboníferas de la división Superior oscila entre 5,000 y 1,500 metros, sin contar, por supuesto, las capas que los fenómenos generales de la erosión han hecho desaparecer. Como se comprende, sólo una pequeña parte de este espesor se compone de capas de carbón puro, aunque siempre en estas formaciones tenemos una multitud de estratos que presentan substancias carbonosas mezcladas con cantidades muy variables de arcillas, arenas y mineral de hierro, como lo que se designa con el nombre de Flenus, pizarras carbonosas y mineral de hierro de los mantos negros y las arcillas refractarias de esta formación que siempre salen del criadero completamente negras; sin embargo, al cocerse presentan un color blanco muy puro, debido esto seguramente á la influencia de la gran cantidad de materia orgánica que contienen, que las ha desembarazado de todo el óxido de hierro que pudieron haber contenido primitivamente.

Los criaderos carboníferos están constituidos en su mayor parte por gruesos estratos de areniscas, pizarras arcillosas y calizas como todas las otras formaciones sedimentarias, pero contienen, además, mantos de carbón y lechos muy importantes de mineral de hierro y de arcillas refractarias: aun en los criaderos más ricos en carbón, la proporción entre la cantidad contenida en la formación del combustible explotable y las rocas que constituyen el terreno es de 1 á 50; la proporción de hierro es mucho menor.

El orden de los estratos y su repartición en las cuencas carboníferas, no presenta regla alguna: su disposición varía en cada uno de los criaderos conocidos; únicamente es constante el hecho de que en contacto con la capa de carbón y debajo de ella existe siempre un estrato, generalmente delgado, de arcilla refractaria, y encima de la capa de carbón se encuentra, aunque en muchos casos suele faltar; una capa de estructura pizarrea impregnada de substancias carbonosas, conteniendo impresiones de hojas y hasta restos de plantas, como tallos, frondas y frutos carbonizados que dan una idea muy buena de la estructura de los vegetales de que provinieron, aunque su clasificación no se puede lograr en muchos casos; estas dos capas son demasiado delgadas en la mayoría de las formaciones en comparación con las demás, y por consecuencia, rara vez figuran en los cortes que se dibujan para dar idea de la forma, disposición y composición de las capas ó lechos sedimentarios que constituyen un criadero carbonífero.

Cuando en lugares más ó menos lejanos entre sí, en los que existen explotaciones ó criaderos carboníferos encontramos la misma sucesión de capas que presentan la misma serie de substancias en su composición y los gruesos respectivos de los estratos son los mismos, estamos autorizados, según los autores más selectos de geología, para afirmar que en todos esos casos se trata de criaderos que pertenecen á una misma formación, que accidentes subsecuentes los han separado, haciéndolos aparecer á primera vista como de distinta formación genética. Es de esta manera que en Pittsburgo se han identificado como pertenecientes á una misma formación diversos criaderos que ocupan actualmente una área de 114,000 millas cuadradas, pero que teniendo en cuenta la disposición de sus capas, era indudable que primitivamente formaban parte de un criadero único de más

de 340,000 millas cuadradas, y que los efectos de los levantamientos subsecuentes y de la erosión han reducido al área indicada primero.

Las formaciones Carboníferas, como sucede con la mayoría de las capas sedimentarias, han sufrido desalojamientos tanto de su posición horizontal como de su nivel primitivo, y en muchísimos casos presentan al observador plegamientos más ó menos fuertes y bruscos, dando lugar á saltos y fallas muy frecuentes, pero que son fáciles de resolver en el curso de la explotación de los mantos de carbón haciendo un estudio atento de la estratigrafía del terreno.

En los criaderos carboníferos se encuentran en el curso de la explotación, como ya se dijo repetidas veces, las diferentes formaciones de sedimentos, incluyendo en ellas las capas de carbón, pero no con los mismos gruesos ó potencias ni con el mismo orden; así es que en el Norte de Inglaterra se encuentran 20 capas de carbón puro; en la Nueva Escocia 81, aunque no todas costeables; en la Gales del Sur se cuentan más de 100, de las cuales 70 son costeables; en Bélgica tenemos 100 capas, y en Westphalia 117. El grueso total de las diversas capas costeables de carbón casi puro es en Lancashire, de 45 metros; en Pottsville, Pennsylvania, de 40 metros; en Westphalia, de 82 metros, y en Mons, de 75 metros. Las capas más puras y de mayor espesor se encuentran por lo general en el medio de la serie de las capas sedimentarias.

Las diversas superficies que se encuentran ocupadas actualmente por las formaciones Carboníferas es sumamente grande, no tanto como lo deseamos muchos, sin tener en cuenta, como es natural, las porciones indudablemente muy considerables que la erosión y la denudación han hecho ya desaparecer en las profundidades de los Océanos que, sin duda alguna, volverán á resurgir junto con las capas de carbón que en la actualidad se están formando á expensas de los vegetales que crecen y han crecido durante los tiempos modernos, ⁽¹⁾ los cuales nosotros conocemos, por lo menos los terrestres, constituyendo los campos carboníferos de los continentes futuros; á esto hay que agregar el área de las formaciones carboníferas que aun no se han descubierto y que indudablemente deben existir en muchas de las regiones de las tierras firmes, las cuales, por diversas causas, no han llegado á ser exploradas, representando una superficie mucho mayor que la de los terrenos de este período de los cuales tenemos noticias.

Las formaciones que contienen mantos costeables de carbón mineral, no son exclusivas del período Carbonífero como se creyó en un principio, sino que, según las ideas de los geólogos actuales, pueden pertenecer á formaciones mucho más recientes, pues se afirma que el carbón se ha depositado y se seguirá depositando desde el período Carbonífero hasta que termine por completo la vegetación en la Tierra, aunque con las restricciones de que ahora sólo se deposita bajo la forma de turba; en las formaciones de la Era Mesozoica y del período Terciario bajo la forma de lignitas, y sólo en la época Carbonífera bajo la forma de hulla, antracita, etc., etc., y en la Arcaica como grafito.

(1) Esta consideración nos hace ver claramente que en la actualidad se pueden estar depositando en el seno de las aguas grafito, antracita, hulla, etc., etc., junto con calizas que contengan restos de las faunas actuales.

Las acumulaciones de materiales orgánicos transformados que nosotros conocemos con el nombre de mantos Carboníferos, nos ponen de manifiesto un indicio seguro de la actividad de la vida orgánica y en especial de la vegetal sobre la superficie de las tierras firmes y en el seno de las aguas en todas las épocas pasadas, ó mejor dicho aún, en todos los tiempos pasados; yo, por mi parte, abrigo sospechas bastante fundadas de que á la formación de los mantos carboníferos ha contribuido en gran parte también la materia orgánica animal, pareciéndome absurdo atribuir la formación de los carbones minerales únicamente á los vegetales y la formación de los aceites y alquitranes minerales á la materia orgánica animal, porque en último resultado tanto unos como otros presentan en su composición los mismos elementos químicos, aunque el arreglo de los átomos en las moléculas de los cuerpos orgánicos animales sea un poco distinto que la que presentan las moléculas constituyentes de los vegetales, es claro, á priori, que los productos de descomposición ó alteración pueden ser, en determinados casos, análogos, y en infinidad de veces, iguales, tanto cuando provienen de las materias animales como cuando provienen de las materias vegetales; dejando á un lado esta cuestión bastante obscura en el estado actual de adelanto de la ciencia Química, pasemos á otro punto.

Se dice en todos los tratados de Geología que en el período Carbonífero las tierras firmes eran muy escasas y comparativamente bajas, no debiendo existir ningunas altas cadenas de montañas como las que hoy admiramos en los continentes y aun en muchas islas; en otros términos, las tierras serían de pequeña extensión, llanas y muy poco elevadas sobre la superficie del Océano; por consecuencia, el clima en toda la redondez de nuestro planeta era netamente marino. Esta escasez de tierras que no presentaban relieves notables, hacen muy difícil el explicar cómo pudo hacerse la acumulación de las inmensas cantidades de materia orgánica, cuyo origen, ó sea lugar de desarrollo y crecimiento, fué la tierra firme; si las tierras firmes fueron muy escasas, es claro que su rendimiento en materia orgánica vegetal debió ser muy escaso, y no se me venga diciendo que el clima y la composición de la atmósfera en ese período debieron ser enteramente distintos de lo que son hoy, y que la producción y desarrollo de los vegetales bajo esas condiciones eran tan estupendas que muy bien pudieran haberse formado esas capas con la misma rapidez con la que el Creador formó al Mundo, según la Cosmogonía Hebraica, pues eso equivale á no dar explicación alguna.

Respecto á la cuestión de clima durante la Era Paleozoica, poco tengo yo que agregar á lo que expuse en el año de 1906 en mi folleto titulado "Climas de los Tiempos Geológicos y la División en Eras," cuyas conclusiones, en parte, he visto confirmadas por los trabajos más recientes de algunos Geólogos modernos, y en la aceptación del principio de la poca ó ninguna diferencia que ha debido existir en la composición de la Atmósfera, desde los primeros tiempos en los que apareció sobre el planeta la primera manifestación de vida hasta nuestras días. Ya en la quinta edición de la Geología Elemental por Joseph Le Conte, publicada el año de 1908, ha sido reformada en este sentido, como puede uno convencerse comparando cualquiera de las otras ediciones con esta última en la parte que se refiere al clima del

período Carbonífero, página 393 y siguientes, y lo que se refiere á cambios químicos que debieron efectuarse, página 422 de la cuarta edición, que se encuentra suprimida en la quinta edición como redundante.

Si el clima y la composición del suelo y de la atmósfera fueron semejantes á lo que nosotros podemos observar actualmente, resulta que la producción de materias orgánicas vegetales debió haberse hecho en una escala y forma muy poco diversa que la que vemos verificarse todos los días; como no hay duda alguna de que las acumulaciones de los restos vegetales bajo la forma de mantos de carbón mineral son muy grandes, tenemos que convenir forzosamente en que la extensión de las tierras firmes debió ser también muy grande, pues de otra manera resulta contradictorio el hecho de que el volumen y las superficies ocupados por los lechos de carbón fósil conocidos actualmente, que en realidad sólo representan una fracción bastante pequeña de la producción vegetal de ese llamado período Carbonífero, sean tan considerables en tanto que la superficie fértil de la tierra capaz de sostener la vegetación restringida, sin fundamento científico, á unas cuantas especies inferiores, en cuyos tejidos entran muy pocos elementos fibrosos y, por consecuencia, muy poca celulosa, fuera tan pequeña ó insignificante como se afirma.

Se supone y admite generalmente que el carbón mineral se ha formado á expensas de la materia orgánica vegetal únicamente, por un procedimiento análogo al que emplea la Naturaleza en la actualidad para formar la turba en las turberas, con la diferencia de que el carbón que hoy encontramos en los mantos carboníferos ha sufrido, además, una gran compresión y una fermentación muy lenta que ha durado muchos siglos, que producirían en la substancia carbonosa primitiva, como en los vinos, un mejoramiento en su calidad, haciendo desaparecer las materias volátiles y bituminosas en una proporción directa con su antigüedad, y lo que para mí es extraordinario, haciendo disminuir también la cantidad de cenizas tan considerable que contienen las turbas modernas, á tal grado, que las hullas apenas contienen una proporción casi igual á las contenidas en el carbón vegetal de buena clase, un 2 á 4%, mientras que las turbas contienen hasta el 48% de cenizas.

Ahora yo pregunto: ¿cómo es posible que hayan existido los inmensos lagos ó ciénegas en donde se depositaron y acaso crecieron los vegetales que han contribuído exclusivamente á la formación de los mantos de carbón si las tierras en ese período fueron tan bajas y escasas? Estos lagos debieron encontrarse circundados, por lo menos, de algunas tierras más altas que sus lechos, siendo estas tierras altas las que vendrían á constituir la cuenca de alimentación del lago, muy probable es que en esas tierras hubiera ríos que iban á desaguar en esos enormes lagos, y no se comprende que haya sido de otra manera, en vista de la extensión ocupada por los yacimientos de los terrenos carboníferos que actualmente conocemos, del grueso de las diversas capas sedimentarias, areniscas, arcillas, calizas, etc., etc., que vienen á constituir el notable conjunto de las llamadas formaciones del período Carbonífero, se deduce que, además de la gran superficie que ocupaban los lagos, también debían tener una gran profundidad, lo que hace aun más necesaria la existencia de

grandes extensiones de tierras firmes altas. Concretándonos al área atribuída por Rogers como ocupada primitivamente por las formaciones de Pittsburgo, resulta que el lago carbonífero hipotético debió ocupar, cuando menos, una superficie de 90,000 millas cuadradas, teniendo en cuenta sólo la actual superficie ocupada por las formaciones bien conocidas y determinadas que realmente pertenecieron á esta cuenca. Si consideramos la superficie ocupada actualmente por todos los terrenos clasificados como pertenecientes al período Carbonífero de los Estados Unidos del Norte, los cuales presentan una superficie de 210,000 millas cuadradas, comparando esta superficie con la superficie total que presenta esa inmensa República que es de 3.603,884 millas cuadradas, resulta que la relación en que se encuentra el terreno del período Carbonífero de los Estados Unidos del Norte comparado con los terrenos de todos los demás períodos, es de 1 á 17, aproximadamente; esta comparación la hago para poner de manifiesto la falsedad de que durante el período Carbonífero las tierras firmes eran de pequeña extensión y sólo existían los inmensos lagos de esa época; pues resulta que en la actualidad, siendo como son los Estados Unidos del Norte un país muy rico en lagos, la proporción de la superficie ocupada por estos últimos comparada con la superficie total de la inmensa República, es mucho menor que la relación de 1 á 17 que sacamos para los hipotéticos lagos del Período Carbonífero, y esto sin tener en cuenta las grandes porciones que la erosión, indudablemente, ha hecho desaparecer sin que queden vestigios de ellas. Si tomamos como base las cuencas carboníferas de Bélgica, las de Inglaterra ú otras cualquiera de las más importantes, nos convencemos de que la existencia de esos enormes y profundos lagos hipotéticos traen aparejada forzosamente la necesidad de la existencia de grandísimas extensiones de tierra firme mayores que las que actualmente ofrecen esos países; estas tierras firmes, si existieron, ocuparían una superficie diez veces mucho más grande que todos los continentes actuales, lo que es un absurdo; debieron, indudablemente, estar surcadas por grandes cadenas de montañas, comparables con las que actualmente vemos sobre los continentes y las grandes islas, pues estas montañas son necesarias para que la precipitación y descenso de las aguas pluviales se hicieran en condiciones apropiadas para que estos inmensos lagos estuvieran abastecidos de la suficiente cantidad de agua dulce, para que la vegetación acuática ó semiacuática se hiciera posible en ellos y sin el peligro de que la enorme evaporación que debió verificarse en ellos los dejara sin agua en alguna de las épocas del año.

Existe otra dificultad en la que es seguro que no han parado en mientes los autores de la hipótesis, de que la formación y depósito de los mantos de carbón se hicieron en condiciones análogas á la formación actual de las turbas en las turberas, y es que la turba en las turberas actuales sólo se forma en los países de clima frío, y allí en donde el agua de los lagos ó ciénegas es pura, clara y tranquila; pero como las plantas ó vegetales principales que se conocen y ha sido posible clasificar, que se encuentran en las formaciones del Carbonífero Superior, plantas de las cuales se supone, sin otro fundamento que el encontrarse en relación con los mantos de carbón, que fueron iguales á las que suministraron todo el material carbonoso,

son plantas propias de las regiones tropicales, siendo esto una de las principales razones dadas por los antiguos geólogos para afirmar que el clima de la Tierra toda en este período fué tropical y uniforme, puesto que las mismas especies de vegetales al estado fósil se encuentran en todas las formaciones del Carbonífero Superior en todas las partes del mundo; de esto último se infiere que no se pudo formar la famosa turba, puesto que no es posible admitir la uniformidad de clima para todas las zonas terrestres, y, por consecuencia, tenemos que acudir á otra teoría más racional para dar una explicación mucho más plausible. Otra objeción de bastante peso es que las plantas que por lo común, si no exclusivamente, contribuyen actualmente á la formación de la turba, son plantas inferiores en su organización á los Helechos arborescentes, Equicetácias, Lepidodendros, Calamites, etc., que constituyen principalmente la llamada flora Carbonífera y demás períodos en que se han depositado lechos de carbón.

Sentados estos antecedentes y teniendo en cuenta las objeciones hechas á las teorías actualmente admitidas referentes al período Carbonífero, se saca por consecuencia inmediata que el mecanismo de la acumulación del carbón en los mantos ha tenido que ser por fuerza distinto del que se le atribuye.

No cabe la menor duda de que la transformación de la materia orgánica, sobre todo la vegetal, sólo puede cambiarse, ó mejor dicho transformarse en materia carbonosa y sus demás derivados: turba, gas de los pantanos, óxido y bióxido de carbón, substancias amoniacales y derivados de la serie del ácido carbónico, etc., substrayéndose á la acción directa del aire, sufriendo, por consecuencia, una oxidación lenta. Así es que toda la materia orgánica muerta que llega á substraerse de la acción directa del aire, ya sea por haber sido sepultada entre los sedimentos, lodos, etc., ya sea por haberse depositado en el fondo de los lagos, ciénegas, pantanos, desembocaduras de los ríos y, por último, en el fondo de los mares, se transforma en materiales carbonosos fijos, en compuestos derivados gaseosos que van á dar á la atmósfera, y es más que probable que también se formen compuestos bituminosos que en parte impregnan á los carbones que arden con larga llama y en parte se separan y depositan en condiciones que hasta hoy no han llegado á estudiarse.

Como ejemplos de este proceso de carbonización de la materia orgánica vegetal, tenemos en primer lugar los depósitos de las turberas, que se puede decir se forman casi á nuestra vista; segundo, los depósitos de materiales turbosos y maderas acarreadas más ó menos carbonizadas que se encuentran en los lechos y pantanos formados por los grandes ríos, pero con especialidad en sus deltas y desembocaduras, en donde encontramos lechos alternativos de materias carbonosas que provienen de la alteración de los troncos, ramas y frutos de árboles dicotiledóneos en su mayoría, que han sido acarreados, y capas de sedimentos; estas últimas materias carbonosas no son, en realidad, una verdadera turba, se acercan mucho más á las lignitas, difiriendo de éstas por la gran cantidad de cenizas que dejan después de arder; esto es debido á las muchas impurezas de origen mineral que la corriente natural del río arrastra continuamente y que se deposita en todos los lugares en donde encuentra la corriente del río obstáculo á su libre marcha; por consecuencia, debemos admitir

con toda seguridad que la transformación de las materias orgánicas en substancias carbonosas se verifica en todos los lugares de la Tierra, en los que se encuentren cumplidas las condiciones que dejamos apuntadas; una vez admitido esto, fácil es venir á dar con una teoría mucho más amplia que la que hoy se admite que dé una idea mejor fundada para darse cuenta de las acumulaciones en los mantos de carbón mineral, litrantax ó carbo maris de los antiguos; este último nombre es demasiado curioso, pues quiere decir carbón marino; eran los antiguos más perspicaces que nuestros sabios modernos, ó fué únicamente una idea errónea y mal fundada lo que les condujo á dar al combustible mineral el calificativo de marino, pronto lo vamos á ver.

Tenemos que las formaciones entre las que se encuentran los mantos ó lechos de carbón, sean éstos ó no costeables, son siempre formaciones sedimentarias, así es que es muy extraño que no se les haya realmente aplicado en la parte que se refiere al manto de carbón propiamente dicho, las reglas generales y racionales que se aplican á todas las formaciones sedimentarias, sino que se recurra á las analogías que pudiera presentar el manto de carbón con las particularidades del depósito de la turba en las turberas actuales; analogías que, en mi concepto, no existen, como procuraré poner de manifiesto en el curso de este trabajo.

En la acumulación de la turba en las turberas actuales, no hay transporte ó acarreo, ni escogimiento de materiales, ni depósito en capas uniformes y horizontales, pues la acumulación se hace en el fondo de la turbera, según la densidad más ó menos grande de la vegetación de la superficie, acomodándose á las irregularidades que encuentra en el terreno; las acumulaciones no se hacen en todos los años de la misma manera en los mismos lugares, sino que también dependen de las perturbaciones atmosféricas que influyen en la marcha y desarrollo de la vegetación; con la turba se depositan también los restos de los animales que viven en el agua, y no es raro encontrar entre la turba los cuerpos completos de mamíferos de diversas especies y aun de hombres que conservan gran parte de los vestidos que llevaban cuando perecieron, y esto se atribuye á los productos antisépticos que se forman al transformarse las substancias vegetales en turba.

En los mantos de carbón es notable la uniformidad en el grueso de las capas y la intercalación de las pizarras que vienen á constituir las impurezas en los mantos compuestos. En las turberas la distribución de las impurezas es muy irregular; esto unido á que en las formaciones carboníferas los fósiles de origen animal que se encuentran son algunos indudablemente marinos, siendo éstos los más abundantes, y muchos de ellos (los marinos) se consideran, con mucha razón, como característicos; otros de aguas salobres y otros terrestres, especialmente los que pertenecen al reino vegetal. Esta mescolanza de fósiles marinos, fluviales y terrestres viene á complicar aparentemente la cuestión; y los geólogos, siguiendo el camino trazado por Cuvier, acuden al concurso aparatoso de los cataclismos, atribuyendo á la corteza terrestre movimientos en el sentido vertical sumamente amplios y frecuentes que harían que las inmensas áreas ocupadas por los ficticios lagos carboníferos se colocaran con mucha rapidez á ni-

veles muy distintos, pues durante la formación de un manto de carbón se encontrarían, á un nivel superior al del mar, puesto que el terreno entonces sería el fondo de una turbera; si inmediatamente sobre ese manto de carbón existe una capa de caliza marina, hay que figurarnos, ó más bien admitir, que la superficie de ese manto, ó sea el fondo de la turbera, se colocó por un hundimiento á un nivel inferior al nivel del mar, á una profundidad de 1,000 á 4,000 metros, y más, si es preciso; estas oscilaciones continuas y repetidas tantas veces cuantas sean las series de capas sedimentarias que contengan fósiles ya terrestres, ya marinos, ya fluviátiles, etc., que, según lo que se admite hasta ahora, se debieron haber verificado sobre grandes áreas de terreno, tan grandes como debieron ser los famosos lagos carboníferos, siendo sumamente extraño que estos estupendos cambios de nivel se verificaran sin que el paralelismo ni la horizontalidad de las capas sufrieran lo más mínimo; esto, como se comprende, es casi imposible, usando la palabra casi para conceder algo á los Maestros, pues sólo la buena voluntad de los geólogos puede conformarse con vicios de raciocinio tan estupendos, buenos para salir del paso en una conferencia dada á personas legas, como son la mayoría de los estudiantes que asisten á los cursos Académicos, y que la inercia de los que se ocupan de esta clase de estudios propagan, dejando pasar desapercibidos errores tan garrafales, según la frase gráfica de los jurisperitos: *en Autoridad de cosa juzgada*, pero que á pesar de todo, tanto en la aplicación de los principios de las ciencias morales, matemáticas y en las naturales, constituye un desacato y un atentado contra la Moral, la Justicia, la Verdad y el buen Juicio: es un principio que la Razón condena y que no debe jamás tolerarse en cuestiones científicas, pues su empleo transmuta á la Ciencia en charlatanería.

Extraña mucho que todos los autores de Geología, y digo todos, pues se copian unos á otros sin estudiar las cuestiones á fondo, ocupándose únicamente en añadir en la obra de alguno que los antecede un número, cada día más alarmante, de datos inconexos que corresponden á cada uno de los períodos en que dividen la Historia de la Tierra, extraña, como dije al principio, que habiendo admitido que toda la formación del Carbonífero Inferior está compuesta de capas sedimentarias marinas y delgadas capas de carbón mineral, sin poner en duda la formación marina de todas estas capas, pues no se toman el trabajo de señalar una sola que sea una excepción, no nos expliquen el por qué de esta particularidad que contrasta con los cambios frecuentes de la naturaleza del medio acuático que atribuyen al Carbonífero Superior; si no se verificaron ningunas oscilaciones ó cambios notables de nivel en las formaciones del Carbonífero Inferior, ¿cómo explicarían la formación de los mantos delgados de carbón que allí se encuentran intercalados y de los cuales se conoce tan poco, sin duda por no ser costeables?

Es indudable que en buena lógica se puede admitir, que puesto que el riguroso paralelismo de las capas ó estratos se conserva lo mismo en el Carbonífero Inferior que en el Superior, siendo los estratos correspondientes á estas dos subdivisiones enteramente concordantes entre sí, y admitiendo que en el Carbonífero Inferior no hubo ningunos cambios de nivel y se encuentran entre sus estratos

delgados lechos de carbón, fierro, etc., resulta que las oscilaciones á que se ha acudido para explicar el cambio de las faunas marinas por las terrestres y por las de agua dulce en los estratos del Carbonífero Superior, no deben admitirse, sino desecharse de plano; estas formidables oscilaciones de la corteza terrestre, vienen á ser una especie de subterfugio, como al que acuden los tramoyistas en el teatro, de bajar el telón para cambiar rápidamente de decoración, y el espectador se haga, al levantarlo de nuevo, la ilusión de verse transportado á una época y sitio completamente distinto; este artificio burdo que pasa perfectamente en el teatro, en donde todo es convencional, es inadmisibile dentro del terreno científico, en donde es más honrado el confesar la ignorancia, más ó menos completa, de la explicación del fenómeno.

Descartada la idea de un clima sui géneris y ad hoc, que no es posible que haya existido realmente; desechando como igualmente improbable que la superficie ocupada por las tierras que rodeaban á los lagos carboníferos fuera mucho menor que la que rodea actualmente á los grandes lagos y las superficies que vienen á constituir sus cuencas hidrográficas, tanto en los continentes, como en las islas y, por consecuencia, la poca evidencia de que las superficies de los lagos fueran mucho más extensas que las superficies ocupadas por las tierras; desechando la casi absoluta falta de montañas y las teatrales y aparatosas oscilaciones de la corteza terrestre, voy á establecer las bases de una nueva teoría que, como todas las que vengan, se apoya en la crítica de los datos que sobre el particular se han adquirido en los adelantos que se han hecho hasta hoy en las ciencias auxiliares de la Geología y en los resultados positivos ó negativos de los estudios hechos por los que nos han precedido en esta clase de investigaciones, que siempre, en medio de sus errores, han sido guiados por su afán de llegar á alcanzar la verdad científica, aunque no la Verdad Absoluta, que hasta hoy no nos ha sido dable alcanzar en ningún ramo de los conocimientos humanos.

Al fenómeno de la erosión y del transporte de los sedimentos que se ejerce sobre toda la superficie terrestre, y en muchos lugares también subterráneamente, es al único á que debemos acudir para explicar el depósito y formación de las capas sedimentarias estratificadas, con tanta más razón, cuanto que se trata de sedimentos estratificados en capas paralelas de grueso considerable, ocupando unas superficies tan grandes como las que se encuentran en las formaciones clasificadas como perteneciendo al período Carbonífero de los Estados Unidos del Norte. La magnitud de estas formaciones sedimentarias, que no son exclusivas del territorio de nuestros vecinos del Norte, sino que se encuentran en muchos países del Globo estas grandes extensiones ocupadas por las formaciones Carboníferas, nos obliga á acudir á la hipótesis de que el depósito de los sedimentos se hizo en el seno de las aguas tranquilas, no del fondo de los lagos, sino en el fondo de los Océanos; de esta manera queda salvada la dificultad de concebir la existencia de esos inmensos lagos del período Carbonífero que indudablemente no existieron; queda por resolver la manera de cómo la materia orgánica, carbonizada ó no, pudo ser colectada, transportada y depositada para llegar á formar los mantos tan poderosos que con tanta frecuencia se encuentran en las explo-

taciones carboníferas de los terrenos que se consideran como pertenecientes al Carbonífero Superior, y los mantos ó capas delgadas de carbón mineral que son comunes á las dos divisiones del período Carbonífero; para resolver esta cuestión, no hay más que considerar lo que les habrá pasado y les seguirá pasando á los mantos de carbón que la erosión y el transporte han hecho ya desaparecer y continuarán removiendo de las formaciones carboníferas primitivas que se encuentran actualmente fuera del seno de las aguas: es indudable que este carbón pulverizado es arrastrado por las aguas corrientes hasta el mar, en donde, gracias á su menor peso específico, comparado con el peso específico de los sedimentos que provienen de las substancias pétreas, será arrastrado á muy grandes distancias de las costas, principalmente por las corrientes marinas y submarinas; irá ganando el fondo del Océano muy poco á poco, mientras que los sedimentos de origen mineral se depositarán mucho más aprisa, lográndose que el carbón, desembarazado de las impurezas minerales que haya podido tener en el manto de que provenía, se pueda depositar de nuevo en mantos poderosos en un estado de pureza superior.

Como las corrientes marinas y submarinas se encuentran circunscritas á determinadas regiones generales, que en realidad varían entre ciertos límites, como puede verse por el resultado de los estudios emprendidos por la Comisión de Costas de los Estados Unidos del Norte, principalmente sobre la famosa corriente del Golfo, que es indudablemente una de las que más contribuyen actualmente en la formación de los depósitos carboníferos de los continentes futuros que surjan del Atlántico, como en los tiempos pasados las derivaciones de la corriente ecuatorial fueron, sin ningún género de vacilación, las que hicieron el trabajo mecánico de las formaciones atribuidas al período Carbonífero. Los límites y las direcciones principales de las corrientes marinas, dependen principalmente de la configuración de las costas, fondo de los mares, que en realidad varían lenta pero constantemente, cambios de temperatura por las Estaciones, influencia de los vientos, etc., etc.; en pocas palabras, están sujetas á las variaciones que producen en la Tierra toda y en sus habitantes, las cantidades variables de fuerza radiante que nuestro planeta intercepta del Sol todos los días y que pueden ser transformadas por los diversos cuerpos terrestres en fuerzas Telúricas, algunas de las cuales sólo conocemos por sus efectos, mientras que otras muchas nos son todavía desconocidas por completo, pero que de seguro, con el tiempo, se irán estudiando, completando el número de los agentes y fuerzas que realmente contribuyen al desarrollo de los fenómenos que designamos por ahora con los calificativos de geológicos y biológicos que parecen tener, en realidad, el mismo origen, combinaciones de la Materia y la Fuerza, tanto una como otra proviniendo del centro del sistema planetario, el Sol.

De lo anterior se deduce, sin gran esfuerzo, que la distribución de los criaderos carboníferos estarán sujetos á leyes semejantes á las que hayan regido á las corrientes marinas que circulaban por los mares en la época en la que los continentes actuales todavía no surgían del fondo de los Océanos y, por consecuencia, no interceptaban la marcha de esas corrientes que se ocupaban, como lo vemos hoy en día, principalmente en transportar los sedimentos que la erosión les

suministra, erosión que se verificaba en las tierras firmes de aquellos tiempos, continentes ó islas, cuya distribución y superficies debió naturalmente ser muy diversa á la que nosotros conocemos, para ir formando muy poco á poco los continentes é islas actuales.

Estas corrientes marinas depositan, como es sabido, sus sedimentos á distancias muy variables de las costas, como pasa con la famosa corriente del Golfo, que se sabe que deposita una parte de su carga en los bancos de Terranova; arrastra en su superficie hasta las costas de Inglaterra, Escocia, Suecia, Noruega, Escandinavia y hasta en las regiones Articas, grandes cantidades de restos de vegetales de procedencia netamente tropical, como troncos de árbol del Palo de Campeche, de Caoba, Ebano, muchas estipas y aun Palmeras completas, Helechos arborescentes, pertenecientes á varias especies completamente extrañas para esas latitudes, encontrándose, también, una gran variedad de frutos, entre los cuales se pueden distinguir perfectamente los que pertenecen á las plantas de la especie mexicana "Mimosa Scandens" que los noruegos designan con el nombre de Saman-Kapseln, y otra multitud de restos de origen orgánico, tanto animal como vegetal, que sería inútil catalogar; esto es sólo lo que se observa con toda facilidad en la superficie de la corriente, pero es indudable que en las zonas profundas de esa misma corriente se encontrarán inmensas cantidades de sedimentos de restos orgánicos que ofrezcan una colección mucho más grande de especies animales y vegetales, sobre todo marinas, que asemejen, si no es que igualan, la inmensa variedad de las manifestaciones de vida orgánica que se encuentra al estado fósil en los terrenos reputados actualmente como exclusivos de las formaciones del período Carbonífero.

Se sabe con toda certeza que la corriente del Golfo, que llega á tener en pleno Océano una anchura de 10 grados, se divide y subdivide en corrientes de agua caliente separadas por otras corrientes de agua fría que se sabe tienen su origen en el polo, siendo Franklin el primero en reconocerlas de una manera racional; ahora bien, estas diferencias de temperatura observadas en el cuerpo de la corriente del Golfo, están acompañadas por una notable diferencia en la cantidad de sales marinas que se han incorporado ó disuelto én cada una de las corrientes parciales; este hecho hace suponer que pueden continuar viviendo en condiciones tolerables muchos de los moluscos y seres vivientes de agua dulce y salobre que sean arrastrados por la poderosa corriente, cuya velocidad media se valúa en 8 kilómetros (5 millas) por hora, y se encuentren intactos cuando lleguen á depositarse. Lo que se ha demostrado para la parte superficial de la corriente, tiene que ser verdad para las diversas zonas en que, á partir de la superficie, se puede dividir por planos horizontales el cuerpo de la gran corriente, pues en ella, como en todas las demás corrientes y las partes tranquilas del mar, deben pasar fenómenos muy parecidos á los que pasan en nuestra atmósfera y que se han estudiado con tantos detalles por los meteorologistas.

Como resultado de los estudios emprendidos por la Comisión de Costas de los Estados Unidos del Norte sobre la corriente del Golfo, en la parte que se relaciona al asunto de que estoy tratando, doy en extracto las conclusiones á que llegaron los profesores Baily, de West Point, Ehremberg, de Alemania, el conde de Pourtalès y algunos

otros sabios de menos renombre, pero de igual competencia. Las conclusiones son las siguientes:

1.—Que los detritus y partículas de materias sólidas, tanto de origen orgánico como anorgánico, que se encuentran en el cuerpo de la corriente, son de volumen mucho menor mientras mayor es la profundidad de la corriente.

2.—En las inmediaciones y paralelamente á las costas es en donde se depositan los sedimentos de origen mineral de mayor volumen ó grueso.

3.—Es en las direcciones de la corriente que son paralelas á las costas, sobre todo en sus cercanías, en donde se encuentran acumulados los sedimentos en los que predominan las materias de origen mineral, mientras que las materias de origen orgánico depositadas son mucho más abundantes á medida que la sedimentación se hace en aguas más profundas y, por consecuencia, más lejanas de las costas.

4.—Pourtalès encontró que á profundidades comprendidas entre 250 y 300 brazas las muestras sacadas contenían 50% de arena cuarzosa y 50% de conchas y restos de origen orgánico; á la profundidad de 1,000 brazas ya sólo se encuentran en las muestras recogidas de los fondos un 2% de arenas cuarzosas y el 98% restante es de sedimentos de origen orgánico.

5.—A medida que los depósitos de los sedimentos acarreados por la corriente del Golfo se hacen á mayor profundidad, se encuentra que están formados por restos que pertenecen á un número mayor de especies; no es raro encontrar rocas á una profundidad de 1,500 brazas, en cuya formación entran los restos pertenecientes á más de 172 familias diferentes de moluscos, corales equinodermos y animales ó plantas microscópicos.

6.—Los depósitos más profundos encontrados en el trayecto de la corriente del Golfo, se componen de arcillas y calizas más ó menos cargadas de materias carbonosas, pero en ninguno de los depósitos se ha logrado encontrar arenas de origen volcánico.

7.—Según las observaciones del Prof. Baily, la corriente del Golfo es una verdadera Vía Láctea para los Cephalópodos (Pothalamidados), pues allí se encuentran en mayor abundancia y en una variedad de formas tan grande, que pone de manifiesto lo poco que se conoce en la actualidad de esa subclase tan importante del tipo de los Moluscos.

8.—Entre los despojos de la vida orgánica, se encuentran en el trayecto seguido por la corriente, á profundidades muy grandes y considerables distancias de las costas de América, depósitos que contienen infinidad de ejemplares de la fauna de la cuenca del Mississippi.

9.—Las arenas de los depósitos de la corriente del Golfo no están formadas por granos arredondados, sino angulosos; lo que viene á ser una explicación de la conservación casi perfecta de los fósiles que se encuentran conservados en los depósitos de las antiguas y modernas corrientes marinas, pues prueba que no están sujetos á fuertes rozamientos como pasa en las corrientes

terrestres, pudiendo así ser transportados á larguísimas distancias sin sufrir deterioro.

10.—Baily es de opinión que una gran parte de las formaciones de la costa del Estado de Maine debieron haberse formado bajo la influencia de una corriente semejante á la del Golfo, pero que debía recorrer un trayecto distinto.

Una vez admitido que las corrientes marinas son capaces de transportar á distancias enormes, no sólo los sedimentos, sino también balsas de madera y materias orgánicas, entre las que se pueden encontrar multitud de animales terrestres vivos ó sus restos, entonces ya no existen grandes dificultades para explicar, sin acudir á las oscilaciones de la corteza terrestre ni á ningún recurso extraordinario, el mecanismo del depósito de los estratos de la formación atribuida al período Carbonífero, pues en la actualidad se estarán depositando en el fondo de los mares poderosos estratos que presenten caracteres análogos, como debe pasar con todas las formaciones atribuidas á los diversos períodos en que se han dividido las llamadas Eras Arcaica y Paleozoica que, en mi concepto, no tienen razón de ser, como lo he explicado en mi opúsculo titulado "Climas de los Tiempos Geológicos y la División en Eras."

La transformación de las materias orgánicas en carbón se debe verificar en todas aquellas partes del Globo en las que la materia orgánica muerta se encuentra substraída á la acción directa de la atmósfera, como lo han reconocido y aceptado los hombres científicos, para la formación de la turba en las turberas actuales; así es que la formación de las substancias carbonosas se verifica actualmente y se ha verificado en todas las épocas anteriores, en una escala muy gigantesca, pues no estaría reducida únicamente á la producción vegetal y á su transformación subsecuente á las únicas plantas acuáticas que crecen en los pantanos, ciénegas y lagos de agua dulce que se encuentran situados bajo ciertas latitudes; pues entonces resultaría la producción demasiado raquítica, comparada con la que sería necesario suponer para que diera la suficiente cantidad de material carbonoso para constituir cada una de esas gigantescas capas de carbón mineral, designadas con el nombre de Mammud, que se encuentran en la región de la antracita de Pennsylvania y en el sur de Francia, que llegan á tener un grueso de más de 3m.50 (10 piés); lo mismo pasaría para la mayoría de los mantos de carbón que se pueden trabajar con éxito pecuniario, es decir, aquellos mantos que en el lenguaje vulgar designamos con el calificativo de costeables, que tienen por lo menos 0m.60 (2 piés) de grueso, lo que representaría, bajo la forma de turba, un espesor mucho más considerable, esto sin tomar en consideración la mayor cantidad de impurezas que siempre contiene la turba, que siempre es mucho más grande á medida que la formación de la capa es mucho más lenta.

Esta limitación de los lugares en que puede hacerse la carbonización de las materias orgánicas no tiene razón de ser, y debe su origen á una idea errónea, y es que las materias carbonosas no son atacadas por los agentes atmosféricos; esto es cierto, como lo es también para el cuarzo y otra multitud de cuerpos, pero esto no viene á ser un obstáculo para que la acción mecánica de las aguas se ejerza

sobre él y sea pulverizado y transportado para ir á formar capas sedimentarias.

Cuando acudimos á la intervención de las grandes corrientes marinas para el acarreo y á los fondos profundos del mar como lugares apropiados para el depósito de las formaciones carboníferas, las principales objeciones que he hecho á las teorías admitidas desaparecen, pues entonces la región tributaria de materia carbonosa y sedimentos de cualquier origen, no es solamente la que pueda producir una cuenca hidrográfica ó la raquítica vegetación acuática ó semiacuática de los pantanos, ciénegas y lagos de agua dulce; no es tampoco únicamente debida al aumento paulatino de la sola acumulación de troncos de árboles acarreados por los ríos caudalosos que depositan en parte muy pequeña esta clase de materiales en su desembocadura, pero con más frecuencia en sus deltas, sino que es toda la vegetación de un continente y las islas adyacentes, por lo menos, puesto que no hago caso de la vegetación marina que debe ser mucho más abundante que la terrestre, á pesar de que muchos afirman que no debe encontrarse á una profundidad superior á 200 brazas, puesto que todos reconocemos que es en los mares en donde encontramos una variedad y actividad de vida orgánica mucho más intensa que sobre la tierra firme, la que contribuye á la formación de esas capas colosales de materia orgánica carbonizada, que es seguro que no tardan mucho tiempo en formarse y completarse, como lo prueba el estado de pureza que presenta el carbón que contienen, siendo al fenómeno general de la erosión y acarreo al que debemos atribuir esta acumulación en escala tan grande de materiales carbonizados, á primera vista tan inexplicable; es, también, uno de tantos ejemplos de la notable labor incesante de las fuerzas naturales que nunca dejan de ejercer su influencia sobre la menor partícula de materia orgánica ó mineral sujeta á su acción en cualquiera parte del Globo en que se encuentren, ya sea sobre su superficie, ya en el seno de la tierra ó de las aguas.

Las fuerzas de erosión y transporte terrestres se encargaron, sin duda de ningún género, en pulverizar los materiales carbonosos que se encuentren; por insignificantes que sean, los recogen para entregarlos á las corrientes terrestres que los llevarán hasta el mar para entregarlos á las corrientes marinas, que los seguirán transportando en compañía de todos los demás sedimentos de origen mineral y animal que son comunes en todos los ríos y corrientes marinas, hasta que los depositen de un modo mucho más permanente en las grandes profundidades de los mares, desembarazando á las materias carbonosas de los otros sedimentos de origen animal y principalmente mineral con los que han sido transportados desde un principio y después bajo la acción de una gran presión y del agua marina se acabarán por transformar los sedimentos de origen vegetal en hulla y sus principales variedades, que racionalmente no podemos considerar como productos exclusivos de un período geológico determinado.

La presencia de los fósiles de tierra firme y de aguas fluviales en las capas sedimentarias carboníferas, se explica en este supuesto con mucha facilidad, teniendo únicamente en cuenta que todos los ríos son tributarios forzosos de las corrientes marinas; por conse-

cuencia, muy natural es que ellas arrastren toda clase de restos orgánicos y minerales, que á primera vista parece poco probable que vayan á depositarse entre los sedimentos marinos; esto no tiene nada de extraordinario cuando se reflexiona, teniendo en cuenta todas las circunstancias que presentan las corrientes marinas, y sólo ideas preconcebidas hacen que no se trate de buscar la verdad, pero, sobre todo, el culto idolátrico á las concepciones de los geólogos antiguos, el temor al ridículo y la ignorancia de los adelantos que se han verificado en las ciencias auxiliares de la Geología, hacen que los encargados oficialmente de estudiar la geología de un país, no se atrevan á vaciar el resultado de sus observaciones, sino en los moldes estrechos que nos han dejado los Maestros, rindiendo, una vez más, su tributo al *Maxister dixit*.

En el año de 1895 dirigía yo la práctica de Geología de los alumnos de la Escuela N. de Ingenieros, y nos tocó hacer un estudio de las formaciones que contienen carbón mineral situadas en los alrededores de Tlaxiaco, en el Estado de Oaxaca; en la nombrada loma de "La Titana" recogimos un gran número de fósiles que, desde luego, me llamaron fuertemente la atención; después, en la calma del gabinete y con el recurso de los libros y las consultas con personas competentes, llegué al resultado de que mezclados con fósiles abundantes pertenecientes á la Era Mesozoica, se encuentran también otros fósiles que se consideran por los especialistas como característicos de la Era Paleozoica; este descubrimiento, para mí tan estupendo en aquella época en la que mis conocimientos sobre Geología y las ciencias auxiliares que le sirven de fundamento apenas eran superiores á los conocimientos superficiales que se adquieren en las aulas, me indujo á emprender, unos tres años después, sobre ese mismo terreno de Tlaxiaco, un estudio prolijo sobre la formación estratigráfica y distribución de sus fósiles. El resultado fué que encontré que las capas inferiores de caliza contenían fósiles enteramente característicos del Carbonífero Superior, muy parecidos á los descritos como peculiares de las formaciones Belgas; después seguían en estratificación, ligeramente discordante, capas de pizarras carbonosas con muy pocos fósiles de origen animal y algunas impresiones de tallos y hojas de plantas dicotiledoneas y criptogramas vasculares; luego una serie de capas de caliza con abundantes restos de la familia de los Ammonitidos mezclados con Crinoides, Peces Ganoides, etc., etc.; por último, otra serie de capas de calizas en estratificación discordante respecto á las anteriores, conteniendo únicamente fósiles del Carbonífero Superior; esta rara distribución de fósiles no descrita en las obras que por entonces consulté, me hizo devanar los sesos por espacio de varios años, y procuraba que algunas de las personas de instrucción que iban á esos lugares, en particular algunos de los Ingenieros de Minas que habían sido mis discípulos, hicieran un estudio de dicha formación sin decirles yo ni una palabra sobre sus particularidades, con el objeto de comprobar la certidumbre de mis observaciones: éstas están confirmadas en la mayoría de las descripciones enteramente independientes que obran en mi poder, así como las clasificaciones hechas de los fósiles que repartí entre los especialistas extranjeros para formarme un criterio. Hasta el año de 1899 no pude yo darme una explicación de este caso singular: estu-

dié en otra de las prácticas de Geología la interesante formación conocida con el nombre de San Juan de Raya, situado en el Estado de Puebla, Distrito de Tehuacán; me encontré con una cosa análoga, pues siendo muy abundantes los fósiles de la Era Mesozoica, clasificados como pertenecientes á la subdivisión del Cretáceo inferior, no es raro encontrar ejemplares de la fauna correspondiente á la Era Paleozoica, como los Gonphoceras, Ortoceras y Tilobios; aquí el plegamiento y distorsión de las capas es muy grande y, además, las rocas están en un estado tal de descomposición, que hacen muy difícil el estudio de la estratigrafía; pero llama fuertemente la atención que se encuentren en capas tan próximas y aun mezclados en los estratos, restos de faunas tan diferentes, y que, según lo admitido hasta hoy, corresponderían á épocas tan lejanas una de otra; prosiguiendo el estudio en dirección de Huajuápam de León, en el Estado de Oaxaca, siguiendo aproximadamente el camino que une á Tehuacán con Huajuápam, se encuentran rocas cristalofilianas y metamórficas, principalmente sienitas, granitos, gneis, cipolines, dominando las micas-pizarras, atravesadas todas estas rocas por vetas de cuarzo blanco que en algunas partes son muy potentes y en otras desaparecen á muy poca profundidad; en las cercanías del pueblo de Chezumba encontramos que las muestras de ese cuarzo ensayan oro: en las muestras superficiales que recogimos, contienen cuatro gramos de oro por tonelada y huellas de plata; al llegar á Huajuápam, los terrenos metamórficos desaparecen recubiertos por las lavas volcánicas que han salido por las dislocaciones del terreno antiguo que compone el subsuelo de la región; continuando la exploración hasta el pueblo de Chila, se encuentra en este lugar que en la parte alta del terreno, que es algo montañosa y accidentada, existe un terreno de acarreo que contiene restos de elefante fósil, especialmente muelas; en la parte baja por donde serpentea el río, se descubren capas de calizas y de pizarras arcillosas que contienen restos de Ammonites, Belemites, Erizos y Crinoides, restos muy bien marcados del fósil denominado Tilobios Sigilaria y algunas impresiones de Bronteus y Phillipsia; estas tres últimas familias pertenecen á fósiles característicos del Paleozoico. Siguiendo para Acatlán, pasando por Petlalcingo, en donde termina, hasta cierto punto, la predominancia de las rocas superficiales volcánicas para dejar á descubierto el terreno metamórfico, que es el dominante en la formación de Acatlán, se descubre por su aspecto que las vetas poderosas que se encuentran en las inmediaciones de Petlalcingo, contienen buenas cantidades de cobre algo aurífero y vetas plomíferas que ensayan grandes cantidades de zinc que se encuentra al estado de blenda y carbonato ó calamina; en la formación que corresponde á Acatlán, predominan las micas-pizarras, las pizarras de anfíbola y los cuarceites, estando surcada toda la formación por vetas de cuarzo con indicios de telururos de oro y plata, pero que, debido á la pequeñísima proporción en que se encuentran en la matriz, no son fáciles de clasificar. La formación de Acatlán se continúa al noroeste, llegando á presentar caracteres netamente Arcaicos en el pueblo y alrededores de Tecamatlán, especialmente en la eminencia sobre la que se encuentra construída la Iglesia y el Palacio Municipal de la población. El manto de carbón que se conoce con el mismo nombre de Tecamatlán, presenta, desde luego, condiciones

estratigráficas distintas de las que uno está acostumbrado á considerar, por la descripción clásica de los criaderos carboníferos; desgraciadamente yo no he encontrado fósiles de ningún género en esa formación, á no ser el carbón, pero éste no sirve para poder guiarse para la determinación de la Era, Período ó Epoca á que pudiera referirse dicho criadero; el manto de carbón se encuentra ligeramente plegado, lo mismo que las otras capas sedimentarias, entre las que se encuentra interestratificado; la parte inferior estratificada descansa directamente sobre las micas-pizarras y los gneis; tiene un grueso de unos 8 metros y se compone de capas alternadas de calizas y arcillas pizarreñas predominando las calizas; tanto las calizas como las arcillas tienen un color gris claro; la capa de carbón presenta una potencia de 1m.50: no es una capa simple, sino que está separada en varios lechos por bandas de pizarra muy delgadas; por esta circunstancia, la calidad del carbón no es de lo mejor, pues después de arder deja una gran cantidad de cenizas; en los ejemplares más puros queda un residuo de cenizas superior al 8%; encima del manto de carbón se encuentran unos estratos de caliza bastante delgados que, en conjunto, presentan un grueso de 4m.60, y sobre estas capas hay grandes cantidades de rocas y toba volcánicas.

Sin entrar en detalles más minuciosos sobre estas formaciones, resulta que, como lo observé por primera vez en Tlaxiaco, los fósiles correspondientes á periodos muy distintos y aun Eras diversas pueden estar mezclados, pudiéndose presentar una serie de capas conteniendo fósiles considerados como relativamente modernos, encerrados ó comprendidos en su parte superior y en la inferior por estratos que contengan fósiles de Eras mucho más antiguas que la que presentan los estratos comprendidos entre estas capas limítrofes; esto, como se ve, es incompatible con la sucesión irrevocable de faunas y floras, que ha llegado á hacerse clásica en todos los tratados de Geología y Paleontología, y que la Biología ha tomado como punto de partida para sus investigaciones sobre la aparición de la vida sobre nuestro Planeta. Esta sucesión de faunas y floras idénticas ó apenas diferentes para las formaciones sedimentarias correspondientes al mismo período geológico para toda la redondez de la Tierra, no puede ya sostenerse, desde el momento en que se demuestra y admite que la composición de la atmósfera en todos los tiempos que se ha convenido en llamar geológicos, era esencialmente la misma que ahora nos presenta; que el calor interno de la Tierra no podía ser muy superior al que observamos en ella actualmente y, para terminar, que no pudo haber esa uniformidad de clima en todas las latitudes, ni identidad de condiciones topográficas y composición de todos los terrenos para que se produzca en todo el globo la misma vegetación y la fauna correspondiente.

Vemos en la actualidad, pudiéndose esto comprobar de mil modos, que varias de las especies de la flora ártica crecen y se desarrollan espontáneamente en las cimas nevadas de los volcanes de las regiones ecuatoriales; partiendo de esas cimas heladas y cubiertas de nieves perpetuas, á medida que descendemos hasta llegar al nivel del Mar, nos encontramos con todos los principales tipos de las diversas floras que son características de los variados climas que nos presenta el globo en las diferentes latitudes, pero las especies rara-

mente son las mismas, á no ser que se trate de los organismos inferiores, protozoarios y protofitas que se pueden calificar de especies cosmopolitas, lo que nos indica que es imposible que encontremos en los diversos países floras idénticas, sino sólo semejantes en todos los lugares que gocen de las mismas condiciones climatéricas, pues es muy sabida la influencia que en el desarrollo de los vegetales tiene la composición del suelo. En cuanto á la fauna terrestre, nos encontramos diferencias mucho mayores que las que se notan en la flora: las diferencias regionales son muy marcadas; unas veces se nos antojan variedades, y en la mayoría de los casos nos vemos obligados á considerarlas como especies nuevas; en los animales las diferenciaciones se hacen con mucha mayor rapidez que en los vegetales (hablo de los tipos superiores), la mayor actividad de todos sus órganos, la lucha por la vida, la influencia de la herencia acumulativa, la selección natural y las condiciones especiales exteriores que permiten en ciertos casos el cruzamiento entre especies diferentes produciendo hijos indefinidamente fértiles, llegando á constituirse, con el transcurso del tiempo, por los descendientes de este cruzamiento, una especie nueva que ya no podrá cruzarse en otros climas con ninguno de los representantes de las especies de que proviene; esto hace que la diferenciación de las faunas locales se haga con mucha mayor rapidez que en los vegetales; en estos últimos la propagación por medio de semillas ó de esporas y los medios relativamente fáciles con que cuentan para su dispersión, hacen que los híbridos y las variedades tiendan siempre á volver al tipo de uno de los progenitores, y las diferenciaciones no se producen sino con mucha mayor lentitud y sólo bajo la influencia lenta del cambio de composición del suelo y los cambios de clima que por fuerza deben verificarse. Lo mismo tiene que pasar con los animales inferiores, en los que los medios de propagación se asemejan á los de los vegetales.

No es en la parte paleontológica en donde me detendré, pues las hipótesis actualmente en boga en este ramo del saber humano, han fracasado en el terreno de la práctica al querer trazar de un modo preciso la filogenia de los seres organizados, atribuyendo á la erosión los saltos que se notan en las diversas faunas de los terrenos sedimentarios que corresponden á los períodos geológicos admitidos; el principio de la escuela Aristoteliana *Natura non fecit saltum*, es un principio inspirado por la observación de todos los fenómenos que están á nuestro alcance y medios directos de observación, y es natural pensar que en la creación y transformaciones que han sufrido los seres organizados que nos presenta el mundo actual, haya procedido del mismo modo la Naturaleza, cuya altísima sabiduría consiste en no violar nunca los principios fundamentales que la gobiernan, á pesar de cuantas revoluciones (sic) geológicas haya sufrido la Tierra en el transcurso de su larga existencia, formando parte del sistema planetario: sus principios de gobierno son completamente estables, encerrando en sí mismos el gérmen más vigoroso de Progreso; esto queda demostrado cuando se estudia con atención la teoría Darwiniana del Transformismo y con el estudio de la Tierra fundado en las leyes naturales de la Geología.

El error de los estratigrafistas al considerar que los estratos más modernos se colocan en áreas concéntricas, teniendo como núcleos

los terrenos más antiguos (*de los que, según ellos, provendrían los sedimentos que entran en la formación de los más exteriores*), véanse las cartas geológicas de la República Mexicana, la de los Estados Unidos del Norte, la de Europa, etc.; en todas ellas se verá, ciertamente, que los terrenos reputados como arcaicos se presentan en pequeñas manchas esparcidas más ó menos irregularmente; después encontramos manchas mucho más extensas que rodean á las primeras, representando los terrenos de la Era Paleozoica; en seguida, las manchas que representan las formaciones que se clasifican de Mesozoicas son mucho más extensas y llenan casi por completo los huecos dejados por las otras, y por último, otras manchas distribuidas irregularmente en el interior y principalmente paralelas á las líneas de costa en fajas más ó menos regulares, algunas veces interrumpidas en varios puntos de las playas que representan, las formaciones de la Era Cenozoica. Resulta de esta disposición de los terrenos ó formaciones correspondientes á las diversas Eras, que cada una de ellas ocupa en los continentes una superficie mucho más grande á medida que es de formación más moderna, con excepción, tal vez, de la de los terrenos pertenecientes al periodo Cuaternario.

En cambio, según el resultado de las exploraciones y estudios de los geólogos, se admite que la potencia, ó sea el grueso total de los estratos correspondientes á cada una de las Eras, está en razón directa con su antigüedad; así, por ejemplo, el grueso total de los estratos pertenecientes á la Era Arcaica es superior al grueso reunido de todos los estratos que se han formado después, y que pertenecen, cuando menos, á tres Eras. Este resultado no puedo yo admitirlo, pues los datos que se dan en las descripciones de los diversos terrenos geológicos en los diferentes países del mundo, está muy lejos de dar ese resultado, y las consideraciones teóricas en que se funda, es decir, que sólo una fracción del volumen aparente, siempre menor al 50% de los terrenos antiguos que se encontraban fuera del seno de las aguas del mar, es la que contribuye á la formación de los más recientes, es muy hipotético y puede muy bien no admitirse, sobre todo, si son de peso las razones que voy á exponer en el siguiente párrafo.

A esta explicación de las formaciones geológicas correspondientes á las diversas Eras no habría nada que objetar, teniendo en cuenta, sobre todo, las discordancias que se observan en sus estratificaciones, si los productos de la erosión se depositaran en fajas paralelas á lo largo de las costas de las tierras firmes entonces existentes, como pasa en gran parte con las formaciones Cenozoicas, ó como lo afirman algunos diciendo que se deben depositar á una distancia de las costas comprendida entre 32 y 161 kilómetros, y sólo una pequeñísima parte de estos sedimentos fuera arrastrada á alta mar por las corrientes marinas; pero, en este caso, pregunto yo ¿cómo es posible que los estratos de un solo período puedan adquirir una potencia como la que asignan los geólogos á la formación del periodo Carbonífero del Lancashire que es de 16,336 piés, ó sea en metros 4,908? Esto, sin tener en cuenta la parte que la erosión debe haber arrancado y transportado para formar los terrenos más modernos, pues según las ideas admitidas, las formaciones del período Carbonífero debieron haber contribuído con su grano de arena á su formación, según nos lo enseñan las Geologías.

Estos depósitos de grueso tan considerable no es posible que se depositen cerca de las costas de los continentes, pues siempre en esos lugares se encuentran los fondos bajos, salvo muy pocas excepciones, y entonces representan una superficie de muy poca extensión, lo que no está de acuerdo con las grandes superficies que ocupan en la actual corteza terrestre esos terrenos; es, por consiguiente, forzoso que el depósito se debió efectuar en alta mar.

Así es que nos vemos forzados á admitir que las formaciones atribuidas á cada uno de los períodos geológicos debió haberse verificado en un principio á una gran profundidad que iba disminuyendo á medida que el depósito de los sedimentos aumentaba; á menos que admitamos, lo que es un absurdo, que los depósitos de los sedimentos desaparecían en el interior de la tierra á medida que se iban depositando en el fondo del mar ó de los lagos en que se hacia el depósito; pero como el carácter paleontológico de los fósiles que se encuentran en los sedimentos que corresponden á una misma formación ó período geológico, se admite que es uniforme en todos los estratos correspondientes á un mismo período, debemos inferir que las condiciones de vida marina, cuando se trate de fósiles marinos, fueron bastante uniformes; por consecuencia, las profundidades á las que debió hacerse el depósito variaron entre límites muy estrechos, cosa que no es posible admitir, como lo dije antes, puesto que esos sedimentos encontrados en Lancashire, clasificados como del Período Carbonífero y que tienen un grueso total de 4,908 metros, no pueden haberse comprimido ó hundido en los fondos en donde se depositaron, de tal manera que su nivel, relativamente á la superficie del mar, fuera siempre el mismo, independiente de la cantidad de sedimentos acumulados; hay que admitir, para dar una explicación de este fenómeno, que debió producirse al mismo tiempo que la sedimentación un cambio correlativo en el clima, y esto como una consecuencia natural de la nueva distribución de la inmensa masa de sedimentos que se depositaron en el fondo del mar y que antes ocupaban en la tierra firme las partes más salientes del relieve del terreno; podemos acudir á otra hipótesis, también muy plausible, sin desechar por completo la anterior, que está fundada científicamente, y es que los fósiles marinos y los de cualquiera otra procedencia, depositados entre los sedimentos, no han vivido, como se supone, en los lugares en que ahora los encontramos, pues lo que únicamente prueban con su presencia en los estratos en que se encuentran hoy, es que han sido arrastrados hasta allí por los mismos agentes y medios que han llevado las arenas, las arcillas, el carbón, los vegetales y los moluscos de agua dulce y salobre, las que tanto han intrigado á los geólogos de todas las escuelas, que encontramos en todas las formaciones de capas sedimentarias en donde podemos rastrear, las huellas de la actividad orgánica en los tiempos pasados; esta última hipótesis me parece la más sencilla y la más racional, aunque también hay que tener en cuenta los cambios de latitud que deben efectuarse en nuestro Planeta como resultado del cambio de su centro de gravedad, por los cambios en la distribución de las masas que constituyen los continentes y las islas, como consecuencia del fenómeno general de la denudación y del depósito de los sedimentos.

Como se ve, adoptando las ideas de los estratigrafistas nunca se

llegará á formar la filogenia de los seres vivientes; el único camino racional, en mi concepto, para lograrla (y ya se han hecho muchos esfuerzos en ese sentido), es acudir á los estudios de Anatomía Comparada y al estudio de la Ontogonía y no considerar las investigaciones que se hacen sobre los fósiles más que como las pruebas inconexas del trabajo en algunos de los elementos químicos terrestres de los agentes biológicos para llegar á constituir el mundo orgánico actual.

A la teoría de los depósitos de los sedimentos en alta mar, se puede hacer la objeción de que á lo largo de las costas de los continentes es donde se han hecho sentir con más energía los fenómenos volcánicos, y que estos fenómenos en las teorías modernas, que no admiten, como lo hago yo, que el volcanismo es la mejor prueba de que el interior de la tierra está enteramente fundido por la influencia del calor central, se atribuyen todos los fenómenos volcánicos al depósito de los sedimentos á lo largo de las costas, continuando esta sedimentación con el aumento de temperatura que debe verificarse en las isogeotermas y que deben producir la fusión hidrotermal de los sedimentos profundos, el origen de todos estos fenómenos; tengo que hacer observar: Primero. Que por la existencia de formaciones estratificadas, cuyas capas todas son concordantes, las cuales pueden pertenecer á un solo período, como pasa en varias de las formaciones estudiadas en Europa, ó á toda una Era, como se observa en las formaciones paleozoicas de los Estados Unidos, y que representan una parte muy notable de lo que convenimos en seguir llamando corteza terrestre y, por las razones ya apuntadas en las páginas anteriores, no es posible admitir que las sedimentaciones en grande escala se hagan á lo largo de las costas; además de lo ya dicho, sabemos de una manera indudable que las líneas de costa están sujetas constantemente á la acción de la erosión del oleaje de las mareas y de las corrientes marinas y submarinas; que los depósitos de sedimentos que alguna vez se observan en algunos lugares de las costas, se deben siempre á pequeños accidentes de configuración, pero que con el transcurso del tiempo acaban por desaparecer para entrar en la regla general.—Segundo. Que no es cierto que la actividad volcánica se halle concentrada en las cercanías de las líneas de costa y paralelamente á ellas; esto es una consecuencia falsa, pues del hecho observado en los continentes de que en una dirección paralela á las costas actuales se encuentren las cadenas más importantes de montañas, como pasa en los continentes típicos de Australia y América, no se deduce sino que la acción volcánica sea paralela á las líneas de costa actuales, puesto que aunque en esas cadenas, actualmente casi paralelas á las costas, existan aún muchos cráteres y huellas indudables de volcanismo activo en esas montañas, es indudable que nosotros no poseemos ningún dato fehaciente de cuál era la forma de los continentes cuando se formaron, ni la posición relativa que ocupaban esas cadenas montañosas respecto á las costas de esa época y la forma que ahora conocemos de los continentes, con sus grandes cadenas de montañas colocadas casi paralelamente á la línea de las costas, no es sino el resultado de la erosión marina que, naturalmente, se detiene temporalmente por los obstáculos debidos á la mayor cohesión y resistencia que oponen las estribaciones de las cordilleras, estando sus

faldas actualmente disimuladas por los acarreos modernos y sedimentos procedentes de las tierras altas, y que con el transcurso del tiempo se perderán en el mar que cubre las playas bajas para seguir, después de un corto período de reposo, á colmar las grandes profundidades de los fondos marinos, pero que se presentan con toda claridad allí en donde la playa es escarpada, como pasa en nuestras costas del Pacífico en la región comprendida entre Manzanillo y Salina Cruz, en donde el mar viene á batir los acantilados de rocas cristalo-filianas, granitos, dioritas, leptinitas y gneises que se encuentran con tanta abundancia en esos lugares formando la base de sus abruptas serranías.—Tercero. Las islas de formación netamente volcánicas presentan siempre el cráter ó los cráteres, á los que se atribuye su formación, en el centro ó alineados, según una línea que sirve como de eje para el levantamiento general de la superficie que presentan fuera del nivel de las aguas, habiéndose supuesto, con bastante fundamento, que los cráteres ocupan en los continentes lo mismo que en las islas, líneas de fractura de la corteza.—Cuarto. Se tienen en los tiempos modernos muchísimos ejemplos de aparición de volcanes sobre la tierra firme de los continentes á distancias bastante grandes de las costas, como por ejemplo el Jorullo del Estado de Michoacán; pero es mucho más frecuente la aparición de volcanes en alta mar, que unas veces han hecho surgir islas permanentes y en muchísimos casos islas fugaces, cuya existencia sobre el nivel de las aguas de los Océanos ha sido tan sólo de unos cuantos meses y menos, pues la acción del oleaje las barre de un modo tan completo que no queda después huella alguna de su efímera existencia.

Si se examina con atención la distribución de los terrenos volcánicos en cualquiera de las cartas geológicas en los que estén representados con alguna fidelidad, se nota desde luego que son muy abundantes en todos los lugares en que existe un relieve notable del terreno; en Europa se nota que son mucho más frecuentes dentro de las áreas Mesozoicas y poco frecuentes en las Cenozoicas; en los Estados Unidos del Norte se presenta un caso semejante; en la República Mexicana, en donde no tenemos áreas extensas de terrenos Arcaicos ni Paleozoicos, se nota que las lavas vienen constituyendo la mayor parte de nuestros macizos montañosos y es en las áreas Cenozoicas en donde predominan las lavas.

Esta ojeada somera sobre distribución de las lavas de los continentes y lo que se observa en las islas de origen netamente volcánico, nos permiten comprender, aunque sea aproximadamente, que el mecanismo y el origen de los fenómenos volcánicos es muy diverso del que se les atribuye en la actualidad.

En primer lugar, ¿cuál es el origen del aumento gradual del calor en el interior de la corteza terrestre, proporcional á la profundidad á la que se hace la observación? Cuestión es esta que ninguno ha resuelto ni tratado de explicar, cuando se desecha la teoría del calor central, dejando, por consecuencia, uno de los puntos más interesantes del problema sin base en que apoyarse, por lo que las dudas sobre el origen del volcanismo se hacen más profundas á medida que se hace mayor número de observaciones dignas de crédito sobre este asunto.

Como lo dije al principiar este trabajo, debemos tratar de averi-

guar si algunas de las fuerzas exteriores es capaz de producir ó transformarse en calórico dentro de la corteza terrestre por lo menos; llama mucho la atención del observador que, hasta donde ha llegado la experiencia del hombre, el grado geotérmico es casi constante en una misma perforación, y se ha llegado á admitir como cierto que la temperatura del interior de la tierra aumenta un grado centígrado por cada treinta metros que se desciende á partir de la capa de temperatura invariable; si este grado geotérmico se mantuviera hasta el centro del globo terráqueo, llegaríamos á la consecuencia inadmisiblemente de que á una profundidad de 60 kilómetros encontraríamos una temperatura de 2,000 grados centígrados, á cuya temperatura la mayor parte de los materiales que entran en la composición de las rocas estarían fundidos y disociados y, por consecuencia, deberían verificarse una multitud de fenómenos que la corteza terrestre de hecho no experimenta y por lo que la teoría del fuego central se ha desechado; admitiendo ahora que esa proporcionalidad del grado geotérmico sólo llega á mantenerse hasta una profundidad un poco mayor á la que han alcanzado nuestros experimentos para mantenerse constante hasta el centro, ó disminuir rápidamente hasta un límite que no se ha llegado á determinar; sea de esto lo que fuere, y ateniéndonos al resultado directo de las experiencias, se saca la consecuencia de que la temperatura, por lo menos en la corteza, crece proporcionalmente con el aumento de la profundidad, lo que es un resultado bastante diferente del que se obtendría si la tierra encerrara en su centro un foco de calor, pues las leyes que rigen á la propagación del calor en los cuerpos sólidos nos daría, indudablemente, un resultado completamente distinto; esta es, entre muchas, una de las razones para que no podamos admitir que exista en el interior de la Tierra un foco ó manantial de calor que influya en la temperatura de las capas y formaciones de la corteza; pero este aumento proporcional de la temperatura de las capas á la profundidad á que se encuentran, está de acuerdo con lo que observamos en la temperatura de las capas de aire, que á mayor presión atmosférica corresponde una transformación más grande de la fuerza radiante del Sol en calórico; esto no es imposible que se verifique en el interior de las capas terrestres y en el seno de las aguas de los mares, aunque en estas últimas los fenómenos de eveción y circulación hagan muy difícil la comprobación del fenómeno.

Sabemos que, en realidad, no hay cuerpos opacos absolutos; que todos se dejan atravesar con más ó menos facilidad por ciertas radiaciones que, en último análisis, sólo difieren entre sí en la longitud de sus ondas y en la rapidez de su propagación; esta es, en realidad, la única diferencia notable que han encontrado los físicos en los diversos agentes dinámicos que hemos llegado á designar con un nombre y que todos obran sobre nuestro Planeta y cuanto contiene, dando lugar á la inmensa y portentosa variedad de fenómenos, de cuyo estudio se ocupan los sabios. No hay la menor duda de que, durante el día, la superficie toda de la Tierra absorbe cantidades enormes de la fuerza radiante del Sol, y durante la noche pierde una gran parte de esa fuerza bajo la forma de radiaciones caloríficas principalmente; pero es seguro que no devuelve toda la cantidad de radiaciones que acumuló durante el día; siempre queda un remanente á favor de nuestro Planeta; ese remanente se va acumulando en el interior poco

á poco y al llegar á determinado grado de tensión ó acumulación influye sobre las capas sedimentarias y las demás rocas de la corteza, produciendo fenómenos volcánicos, metamórficos, diastrofísticos, etc.

Esta acumulación ó almacenamiento de una parte, tal vez muy considerable, de la fuerza radiante del Sol, interceptada por nuestro Planeta bajo formas hasta hoy no estudiadas, se hace del mismo modo, aunque por procedimientos distintos, que el trabajo del calor solar sobre los vegetales; calor que, se admite, se ha almacenado en grandes cantidades bajo la forma de esos mantos de carbón, cuya explotación y aprovechamiento constituyen en la actualidad la base del Progreso é Industria modernos; á posteriori, tenemos la prueba evidente de que esto es así, pues las fuerzas que han levantado á las masas continentales (fuerzas epeirogenéticas) sólo se pueden comparar por su magnitud á las empleadas por la Naturaleza para efectuar la denudación que se verifica poco á poco por medio de los agentes de erosión y transporte en un período de tiempo muy largo; estos agentes de erosión y transporte provienen indudablemente de las radiaciones solares, así como bajo la influencia de esos mismos rayos solares los vegetales, provistos de clorófila, descomponen el ácido carbónico devolviendo á la atmósfera el oxígeno y fijando ellos en su interior al carbón.

El estudio sistemático y racional que se emprenda de los temblores, de las variaciones magnéticas, la influencia sobre los fenómenos terrestres de las manchas del Sol, vendrán, sin duda alguna, á dar la clave de estos fenómenos hasta hoy oscuros y tan poco estudiados, cuyos resultados desastrosos para los intereses del hombre se conocen, pero cuyo origen y las leyes que los rigen se ignoran casi por completo, haciendo muy improbables las teorías y explicaciones que se dan de muchos de los fenómenos geológicos que se atribuyen á la acción de las fuerzas interiores.

Se debe admitir, fundándose en razones de mecánica, que el verdadero fondo de los mares debe estar formado por rocas mucho más densas que las que se encuentran actualmente á la misma profundidad en el subsuelo de los continentes; estas rocas mucho más densas estarán casi siempre cubiertas por los sedimentos que provienen de los continentes y de las partes salientes de los fondos marinos; esta mayor densidad explicaría, tal vez, el por qué de la frecuencia de los fenómenos volcánicos en las regiones marinas, pues probable es que, debido á su mayor densidad, puedan tener la facultad de transformar y almacenar bajo la forma de ondas caloríficas ú otras análogas, una mayor cantidad de energía radiante que la que puedan transformar las rocas menos densas de las tierras firmes. El hecho, fuera de toda duda, de que los sedimentos sólo se pueden acumular en grandes cantidades en el seno de los mares más profundos, como las enormes cantidades de sedimentos que se atribuyen á un solo período geológico, y que, según mi modo de pensar, no sólo pueden representar los correspondientes á un solo período, sino, como espero demostrarlo cuando haya concluído este trabajo, á toda la historia geológica de la formación de los continentes y tierras firmes actuales, cuyo origen fueron otras tierras firmes, de cuya localización no tenemos ni la menor idea por falta de investigaciones en ese sentido, aunque se tienen algunos datos que prueban la posibilidad de su existencia en

épocas muy remotas, como las tradiciones de la existencia de la Atlántida, del continente de Gondwana, la tierra de Buss y la zona de los arrecifes de coral en el mar Pacífico que, según ciertas hipótesis, son los picos más altos de las cadenas de montañas de un continente desaparecido que está aún en vía de hundimiento, presentan un interés muy grande para la resolución del problema.

Nunca se llegará, en mi concepto, sino por inducciones muy aventuradas á completar los datos suficientes para hacer la historia física de la evolución de la Tierra y de sus habitantes desde que nuestro Planeta se desprendió del Sol, como se pretende, ó vino á formar parte, procedente de regiones ignoradas, del séquito del astro Rey hasta llegar al período histórico; esta pretensión me parece que nunca estaremos en aptitud de realizarla, si no se acude á medios distintos de los que se han empleado hasta hoy.

Por todo lo dicho anteriormente y por el examen atento de la distribución de las rocas volcánicas y las relaciones que presentan con el relieve actual de los terrenos en los diversos continentes, se comprende, sin gran esfuerzo, que las líneas de menor resistencia de los estratos sedimentarios cedieron á las presiones verticales interiores, dislocándose los estratos, cambiando su posición y produciéndose esos plegamientos que tan frecuentes y notables son en los terrenos sedimentarios estratificados, siendo estas alteraciones á las que se añaden, muy á menudo, los efectos que produce el metamorfismo, tanto más marcados y frecuentes, cuanto que se han verificado en estratos que se consideran de una Era ó Período más antiguo, pero que, en realidad, son los estratos más profundos de la formación y, por consecuencia, han sufrido la acción mucho más directa de las fuerzas que produjeron el levantamiento (fuerzas epeirogenéticas y fuerzas orogenéticas); es por estas grietas, que naturalmente se producen en estas capas que por su misma naturaleza no son ni plásticas, ni flexibles, ni elásticas, que las lavas producidas por la fusión hidrotermal de los estratos sedimentarios más profundos, como lo afirman los teóricos, se desbordan sobre los terrenos en vía de levantamiento y sobre los recientemente levantados, formándose posteriormente los cráteres en los lugares de la grieta, que no se han llegado á consolidar lo bastante para resistir las presiones interiores verticales; los fenómenos posteriores volcánicos no son sino los restos del fenómeno principal del levantamiento del continente, aunque también puede suceder para que se produzcan los fenómenos volcánicos que actualmente presenciamos por períodos intermitentes que la fuerza radiante solar, transformada en el interior, necesita adquirir una tensión mucho mayor, la cual sólo pudo llegar á alcanzar con el transcurso del tiempo para poder producir la fusión, y por consecuencia, la producción de lavas sobre los estratos profundos que por su posición ó por su composición especial escaparon á su influencia cuando se produjo el levantamiento general.

Estos levantamientos de las masas continentales se pueden haber hecho por fracciones, de donde resultaría la discordancia en las capas sedimentarias y pueden continuarse indefinidamente hasta que la erosión de las partes salientes del terreno, el transporte de los sedimentos y su depósito en el seno de las aguas profundas no críen en otra región de la Tierra un centro más propicio para la transfor-

mación de la fuerza radiante del Sol en fuerzas de elevación ó Tectónicas que hasta hoy se han considerado por muchos como fuerzas de origen interno.

Esta explicación de los fenómenos que se atribuyen á las fuerzas de origen interno, que es casi seguro que no existen, puede aparecer como fantástica á los ojos de los observadores superficiales, pero no son menos fantásticas las teorías y explicaciones que sobre estos puntos se han dado hasta hoy, y que se admiten generalmente por los muchos sabios que en el Mundo han sido; tiene á su favor: Primero. —Que no hace intervenir en todos los fenómenos llamados geológicos, sino dos fuerzas: la imprescindible de la gravedad y la fuerza radiante del Sol. —Segundo. —Pone de manifiesto que, tanto las fuerzas de la erosión y de transporte, como también las fuerzas interiores ó volcánicas tienen el mismo origen, vienen á ayudarse y completarse entre sí, y por consecuencia, no son antagónicas, como se las hace aparecer en todos los tratados de Geología. —Tercero. —Se plega con toda flexibilidad á la explicación de un número mucho mayor de fenómenos geológicos que las teorías conocidas hasta hoy. —Cuarto. —Pone de manifiesto que, así como la fuerza radiante del Sol produce en la atmósfera y en los mares corrientes poderosas y pequeñas, remolinos, calmas, tempestades y movimientos de todo género, evaporación de las aguas, formación de nubes y precipitación de rocío, lluvia, granizos y nieve, no es descabellado el pensar que todos los fenómenos y movimientos de la corteza terrestre comprendidos bajo la denominación de volcánicos, tengan el mismo origen, aunque con resultados en apariencia distintos que los que se observan en la atmósfera y en los mares. —De lo que sí no cabe la menor duda es de que las mismas fuerzas exteriores que obran sobre la atmósfera y los mares deben también obrar sobre la masa sólida de nuestro planeta; la diferencia esencial que yo encuentro entre los fenómenos atmosféricos y los que se verifican en los mares, comparándolos con los llamados volcánicos, es que los primeros adquieren su máximo en un tiempo muy corto y se borran sus efectos con igual rapidez, mientras que en los fenómenos geológicos en general, exceptuando los temblores y otros fenómenos menos importantes, son en sus efectos mucho más permanentes, y deben requerir, por consiguiente, puesto que se verifican en un medio mucho más resistente como son las rocas, una acumulación de fuerza enorme, acumulación que sólo obtiene la Naturaleza con el transcurso del tiempo: esta teoría es la más sencilla de todas y existen medios de comprobarla casi directos.

De intento, como lo dije antes, no he querido engolfarme en las cuestiones de Paleontología á que ha dado lugar el estudio de los fósiles Carboníferos, pues, como lo dije en 1906 en mi folleto titulado "Climas de los Tiempos Geológicos y la División en Eras," los fósiles de origen marino que tan abundantes son en las capas sedimentarias y que se pretende sirvan para la identificación del período geológico á que corresponda su depósito, no representan las faunas sucesivas características de los diversos períodos de la evolución, sino que son los restos de faunas marinas correspondientes á las diversas profundidades de los Océanos, en las cuales se depositaron los diversos lechos sedimentarios, siendo muy probable que existan todavía esas faunas ligeramente modificadas en esas mismas zonas que han quedado li-

bres de sedimentos, como han vivido sus progenitores y continuarán viviendo sus descendientes, siempre que las condiciones del medio no se hayan modificado, pues en el caso contrario tienen que evolucionar ó desaparecer; por consecuencia, los organismos conservados al estado fósil en esos estratos sólo nos indican algunos de los pasos graduados de la evolución y la identidad del medio ambiente, por lo menos, dentro del cual se encontraron esos seres cuando estaban dotados de vida; esto siempre que estuviéramos seguros de que las capas sedimentarias que los contienen se han formado exactamente sobre el espacio en que esos animales habitaban; pero esto es todavía más improbable, puesto que si las corrientes que sirvieron para efectuar el transporte de los sedimentos hasta los lugares en que se han formado los estratos, tienen poder suficiente para arrastrar cuerpos de una densidad específica superior á 2.5, nada tiene de extraño que puedan también arrastrar á los restos de los animales, que todos tienen un peso específico inferior y están, además, provistos de muchas partes huecas ocupadas por gases; esta densidad disminuye todavía mucho más cuando las partes sólidas de los restos animales se encuentran aún provistas de las partes blandas, en cuyo caso tienen un peso específico igual ó un poco inferior al del agua pura; si las partes blandas entran en el período de la descomposición, entonces resulta que su densidad disminuye aún más; de donde resulta que si los sedimentos generalmente provienen de regiones muy lejanas de los lugares en donde se depositan, los fósiles pueden, con mayor razón, provenir de regiones mucho más lejanas de los lugares en donde actualmente yacen; para los fósiles de origen vegetal, esta posibilidad es mucho mayor, pudiéndose decir que se convierte en certidumbre cuando se consideran las inmensas acumulaciones de materia orgánica vegetal que conocemos actualmente con el nombre de carbón mineral y que se encuentran bajo la forma de mantos, y que, según los estudios más modernos, se han acumulado en todas las épocas geológicas; el carácter sedimentario de estas inmensas capas de carbón queda demostrado, indudablemente, por el origen de las otras capas que siempre las acompañan y por su estructura, que es el de una roca sedimentaria; pero hay un hecho sumamente notable, y es que en las capas que están formadas de carbón no se encuentran restos fósiles determinables de plantas ni tampoco huellas de haber contenido fósiles de origen animal; estos últimos se encuentran en las capas en donde predominan el carbonato de cal, las arenas y las arcillas, substancias estas que son de una densidad semejante á la de las conchas de los moluscos ó al esqueleto de los peces y demás vertebrados que se encuentran al estado fósil en las formaciones sedimentarias; esto queda explicado fácilmente, teniendo en cuenta el poder de escogimiento por orden de densidades y volúmenes con que están dotadas todas las corrientes, dejando depositar primero los cuerpos más pesados y voluminosos y al último los más ligeros y de volumen menor, por lo que es seguro que el carbón se ha encontrado en estas últimas condiciones, pues por su naturaleza apenas tiene una densidad superior á la del agua pura y por su blandura será fácilmente reducido á polvo sumamente fino, mientras que los restos calizos de los animales resistirán mucho más á ser pulverizados, conservando, por consecuencia, su forma y volumen primitivos, serán los primeros

que se depositen en los lugares en que la corriente que los arrastre sufra una disminución en su velocidad; es, pues, una locura el pensar en hacer uso de los caracteres paleontológicos para determinar el isocronismo en las formaciones semejantes que se encuentren en diferentes lugares de la tierra, y por consiguiente, para determinar su lugar en la cronología sistemática, inventada pero no encontrada, como parece indicarlo el origen de la palabra inventar, por los fundadores de la ciencia geológica.

Tampoco servirán para deducir las condiciones de clima que debieron disfrutar los lugares en donde hoy los encontramos, pues para eso sería necesario que se demostrara primero que no pudieron llegar á esos lugares arrastrados por las corrientes marinas ó por cualquier otro medio empleado por la Naturaleza para verificar el transporte.

Una objeción que se puede hacer á mi teoría de la acumulación del carbón por medio de las corrientes marinas, es que se deberían encontrar en todos los casos, aunque en proporciones diferentes, restos fósiles de todos los tipos, clases y órdenes, siendo precisamente lo contrario lo que se ha observado y lo que sirve de fundamento principal á la división en Eras; á esto hay que contestar: Primero. Que á medida que se hacen exploraciones y estudios paleontológicos más amplios en las diversas partes del mundo, se viene haciendo retroceder la aparición de las especies características que se consideraban como exclusivas de un período á otro ú otros períodos mucho más antiguos.—Segundo. Que los estudios paleontológicos hechos hasta hoy, sólo abarcan una fracción insignificante de los terrenos fosilíferos del Globo, y nunca han venido á demostrar con hechos claros las diversas fases de la evolución de las especies que, según los geólogos, debieron verificarse en los límites de las áreas que han estudiado, las cuales, en un solo período, pueden ocupar niveles inferiores, iguales ó superiores al nivel del mar, según las faunas á que pertenezcan los fósiles hallados en las diversas capas de una formación, y acudiendo á los períodos de rápida evolución y los de intervalos perdidos, tratan de hacer admitir que los peces pudieron convertirse en aves en una sola región, perfectamente limitada, sin dejar huellas de esta notable transformación, resultado de las falsas ideas que se tienen sobre la formación de los actuales continentes.—Tercero. Que así como en los mantos carboníferos que contienen huellas han desaparecido por completo las huellas de la mayor parte de los tejidos orgánicos de los vegetales de que provienen, así puede suceder también con todos los restos orgánicos de los animales que no estén organizados para vivir bajo la influencia de las grandísimas presiones á las que deben encontrarse sujetos los animales marinos de las faunas profundas de los Océanos, por lo que es posible que se destruyan sus tejidos bajo la influencia de la presión, composición química del agua y bajo la acción mecánica del transporte, que para el caso de los mamíferos terrestres tiene que verificarse primero en medio de las corrientes superficiales terrestres que, en la mayoría de los casos, sólo entregarán á las corrientes marinas fragmentos de huesos, y si acaso llegan á las costas los cadáveres en buen estado, hay siempre una multitud de animales terrestres, como son las aves y animales de presa é infinidad de animales marinos voraces, como son los tiburones, que se encargarían muy pronto de hacer desaparecer la identi-

dad de los animales á que pertenezcan los despojos; sabemos, además, que los efectos de la descomposición de las partes blandas y el movimiento del oleaje las arroja á las playas, en donde termina su destrucción: no es de extrañarse que no se encuentren al estado fósil en las formaciones que se consideran de la Era Paleozoica. Esta explicación es del mismo orden que la que se admite, con sobrada razón en mi concepto, para explicar la relativa pobreza de restos fósiles pertenecientes á la muy importante clase de las Aves, que se ha notado en todas las formaciones estudiadas hasta hoy.

Hay, aún, otra objeción que poner á esta teoría de la acumulación del carbón tal como la presento, y es la presencia de los troncos de calamites, helechos, palmeras, etc., etc., sepultados en las areniscas y pizarras de ciertas formaciones carboníferas, conservando los troncos una posición perpendicular con referencia á los planos de estratificación, teniendo las raíces, cuando existen, implantadas en la capa inferior; esto que, á primera vista, parece ser una confirmación plena de que los mantos carboníferos han tenido su origen en la vegetación arborescente que ha crecido y se ha desarrollado en el lugar en donde se encuentran actualmente estos troncos, no viene á ser sino una confirmación muy clara de un fenómeno que debió verificarse en los tiempos en que se hicieron esos depósitos sedimentarios, que se verifica hoy en todos los ríos caudalosos y profundos de las regiones tropicales, y es que las palmeras, los helechos arborescentes y demás vegetales arborescentes de hojas coriáceas, que en las grandes crecientes son arrancados por las aguas de los lugares en donde han crecido, junto con un gran número de plantas dicotiledóneas, se les ve á estas últimas flotar con sus troncos ó tallos horizontales, mientras que las palmeras, los helechos arborescentes, etc., sólo aparecen en la superficie de la corriente presentando el bouquet de hojas coriáceas y resistentes que, como están provistas de un gran número de vacuolos, en ellos se acumulan los gases, haciendo que estas hojas se conviertan en una especie de flotador para el tronco ó estípoteo que tiende á hundirse por estar impregnado de agua desde que estaba en plena vegetación. Ahora bien, como las hojas de esta clase de plantas resisten muy bien á los agentes de descomposición, no es extraño que ya fuera de la acción directa de la atmósfera y en el seno de las aguas del mar se fueran hundiendo poco á poco, como les pasa á todas las substancias vegetales, hasta tocar el fondo en una posición vertical, permitiendo así el ser cubiertas paulatinamente por las arenas ó arcillas que forman las capas sedimentarias, dentro de las que se encuentran ocupando una posición tal, que ha causado el error de que me vengo ocupando, al mismo tiempo que se efectuaba su transformación en materias carbonosas.

Creo haber hecho un estudio general sobre el llamado Período Carbonífero, tan completo como mis medios y alcances me lo permiten; creo haber hecho, también, lo posible para demostrar:

Primero. Que este período, como todos los demás que vienen formando la Era Paleozoica, no pueden ser exclusivos de esa Era, sino que los caracteres diferenciales que presentan respecto á las demás formaciones sedimentarias de cualquiera de los otros períodos geológicos, especialmente en todos aquellos en los que se han encon-

trado ricos mantos de carbón, sólo se deben atribuir á las condiciones especiales de profundidad á las que se encontraron sujetos los materiales que constituyeron las capas, siendo en este caso la presión la que influyó, tal vez en mayor grado, sobre el carácter mineralógico del carbón fósil.

Segundo. Que estas acumulaciones se deben haber hecho en el seno de las aguas del mar, á distancia considerable de las costas de las tierras firmes que existían entonces para poder hacerse á grandes profundidades.

Tercero. Que son las corrientes marinas las únicas capaces de recoger de las corrientes terrestres las inmensas cantidades de materiales que vienen constituyendo esas enormes acumulaciones que conocemos bajo la denominación de formaciones sedimentarias estratificadas.

Cuarto. Que las tierras firmes dotadas de vida orgánica exuberante que por el intermedio de los agentes de erosión y transporte contribuyeron con sus sedimentos, tanto de origen orgánico como anorgánico, á la formación de los estratos que se consideran por los geólogos como correspondiendo al llamado Período Carbonífero, se encontraban situadas á distancias muy grandes de los continentes actuales y, por consecuencia, no tenemos todavía ningunos datos sobre la geografía física, ni del clima general ni su repartición en aquellos tiempos, pues no ha habido nadie que se dedique á este género de investigaciones, basadas en las ideas que he expuesto en este trabajo.

Quinto. Que el orden de colocación de las diversas capas estratificadas indica, ciertamente, su antigüedad relativa de formación, siendo, indudablemente, las primeras en formarse las más profundas, pero de ninguna manera su antigüedad absoluta, siendo muy posible que en la actualidad, en las grandes profundidades del Océano, se estén formando capas sedimentarias que tengan todos los caracteres de las que denominamos hoy como pertenecientes al Período Carbonífero de la Era Paleozoica.

Sexto. Que las especies diferentes de fósiles, especialmente los de origen marino, no caracterizan ninguna época determinada.

Séptima. Que los fenómenos volcánicos generales son, en realidad, contemporáneos á los levantamientos de los continentes y una consecuencia forzosa de este fenómeno.

Octavo. Resulta como corolario de las anteriores conclusiones, que no es posible determinar, ni siquiera de un modo aproximado como lo pretenden los geólogos, con los datos suministrados por la potencia de los estratos correspondientes á cada una de las formaciones, el tiempo empleado por la Naturaleza en hacer la acumulación de los sedimentos, pues no sabemos cuál era la extensión de las superficies continentales ó insulares que contribuyeron á la formación de cada una de las capas; tampoco averiguaremos cuál haya sido la fuerza, trayecto é importancia de las corrientes marinas, ni la intensidad de los agentes de erosión y transporte terrestre en el espacio de tiempo necesario para la acumulación de cada uno de los estratos, ni tampoco las modificaciones que en la marcha é intensidad de las corrientes iban introduciendo los depósitos que se hacían en el trayecto y que, naturalmente, contribuían á disminuir la profundidad de los fondos.

Noveno. Se deduce, por el estudio microscópico de las rocas sedimentarias del Período Carbonífero, que todas ellas, incluyendo las formadas por carbón puro, debieron acumularse en un tiempo relativamente corto, como vemos que se forman las capas sedimentarias en los lagos actuales: en una sola estación de lluvias se forman diversas capas sedimentarias; esto es indudable que debe verificarse en los mares, con la única diferencia que en los mares la potencia de cada una de esas capas debe ser mucho más considerable, puesto que la cuenca hidrográfica, si merece este nombre, tanto continental, insular y marina de una corriente, es muy grande.



