

INSTITUTO DE INGENIEROS CIVILES

LA EDAD DE LA TIERRA

CONFERENCIA

explicada por el Profesor de la

Escuela Especial de Ingenieros de Minas

D. PABLO FÁBREGA

11 de Diciembre de 1911.



MADRID
IMPRESA COLONIAL
(Estrada Hermanos.)

CALLE DE FUENTERRAÑA, NÚM. 3.

1911

INSTITUTO DE INGENIEROS CIVILES

LA EDAD DE LA TIERRA

CONFERENCIA

DE

D. PABLO FÁBREGA

INSTITUTO DE INGENIEROS CIVILES

LA EDAD DE LA TIERRA

CONFERENCIA

explicada por el Profesor de la
Escuela Especial de Ingenieros de Minas

D. PABLO FÁBREGA

11 de Diciembre de 1911.



MADRID
IMPRESA COLONIAL
(Estrada Hermanos.)
CALLE DE FUENTERRAÍA, NÚM. 3

1911

INTRODUCCIÓN

La conferencia de hoy versará sobre cuestiones que pudiéramos llamar de alta Geología; trataremos de *La edad de la Tierra*, debiendo hacer la aclaración de que esta edad empezará á contarse desde que nuestro globo entró en una fase planetaria propiamente dicha, es decir, desde el momento en que, solidificada la corteza é iniciada la formación de los primeros mares, puede el geólogo, con los datos cada vez más completos de la estratigrafía y fisiografía mundial, llegar á conclusiones racionales aproximadas acerca del tiempo transcurrido desde entonces hasta nuestros días.

Dividiremos nuestra disertación en cuatro partes: Trataremos en la primera, á modo de preliminar, del nacimiento de la luna, de la formación del primer océano, de lo que pudiésemos llamar *Comienzo de los ciclos geológicos*. Ocuparemos la segunda con los distintos *Cómputos de la edad terrestre*. Trataremos en la tercera del *Origen y evolución de la vida orgánica*, á fin de ver si, dentro de aquéllos, pudo efectuarse ésta. Haremos, por último, en la cuarta, una rápida disquisición acerca de la *Longevidad planetaria futura*.

I

COMIENZO DE LOS CICLOS GEOLÓGICOS

Todos sabéis cómo es el globo que habitamos: bola enorme de un millón de kilómetros cúbicos que, lentamente oscilante, navega en el vacío con la vertiginosa velocidad de 29 kilómetros por segundo alrededor del astro rey, que es un

millón de veces más grande. Todos sabéis que nuestro planeta arrastra consigo á la Luna, haciéndola girar á su alrededor en una vuelta cada veintinueve días, teniéndola de tal modo sujeta que el pálido satélite nos muestra siempre su misma cara. Por último, todos tendréis presente que la Tierra, con Venus y Mercurio más interiores, y con Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno exteriormente, amén de una miriada de pequeños planetas y de los espléndidos planetas errantes, constituye, con el astro rey, nuestro sistema solar, especie de disco inmenso que, al mismo tiempo que gira en desunidas y concéntricas piezas, avanza raudamente en el vacío con la velocidad de traslación de 20 kilómetros por segundo hacia la constelación de Lira.

No entraremos hoy á discutir las distintas hipótesis cosmogónicas que sobre el origen de nuestro sistema planetario se han dado. Nuestra misión de geólogos no llega á eso. Proceda nuestro sistema de la concentración de una nebulosa, como opinan Kant, Herschell, Laplace, Ligondes, etc., etcétera, sea consecuencia de un formidable choque semi-tangencial entre dos astros errantes (que haría nacer nuestro sol al centro, y en contorno, por captación de pequeñas masas adventicias por el torbellino gaseoso espiraloide de la periferia, sus planetas), nosotros lo estudiaremos tal y cual quedó en el momento en que, avanzando en un proceso de condensación, y después de ser nebulosa espiral como la de Los Perros de Caza, estrella blanca como la espléndida Sirio, amarilla como nuestro Sol, roja como el Alfa de Orión, llegó á apagarse, constituyéndose en un globo densificado en su centro, fundido en su periferia y envuelto en la pesadísima atmósfera formada por el aire actual y por todos los océanos vaporizados.

En aquel entonces tenía nuestro globo, según nos dicen los astrónomos, una rotación rapidísima; giraba sobre sí mismo en una vuelta de tres horas; en un día completo de los nuestros había entonces ocho días y ocho noches; pasaba el meridiano de Madrid en cada veinticuatro horas ocho veces por frente al sol, que era entonces más extenso, menos

brillante, más difuso y estaba más cercano á nosotros con gran parte de su masa.

La atracción de éste sobre el océano magmático terrestre ejercía su acción, poderosamente, sobre la superficie fundida, y así, cada tres horas, levantaría formidables mareas que apenas tendrían tiempo de sosegar, y el roce de ellas sobre el núcleo más densificado, obrando como el freno-llanta de un volante, produciría continuos retrasos en el giro, y la tierra en vez de aumentar su rotación, como al concentrarse debía suceder por la ley de conservación de las fuerzas vivas, la iría retardando, aumentando progresivamente las horas de aquellos cortos días.

Nacimiento de la luna.

Estas formidables mareas debieron tener una amplitud inconcebible, y sucediéndose con rapidez tan grande como la indicada, casi sin tiempo, repetimos, para tranquilizarse, serían además perturbadas por los tempestuosos vientos que la rápida rotación terrestre hacía surgir desde el Ecuador á los Polos, pues la exagerada fuerza centrífuga que la rápida rotación engendraría, obrando sobre la pesada y móvil atmósfera, retiraría á ésta de los Polos concentrándola en el Ecuador; el magma que ocupaba aquéllos tendría así una capa aisladora; el frío interplanetario rebajaría la temperatura magmática más rápidamente en los Polos que en el Ecuador, resultando, en ellos, un centro de gran presión barométrica que motivaría en nuestro hemisferio, al ras del océano fundido, un flujo de aire, de Norte á Sur, de Sur á Norte en el Sur; dichas corrientes aéreas, desviadas al igual que hoy por la rotación terrestre, producirían los primeros aliseos de dirección N. E. en el hemisferio boreal, y S. E. en el antártico. Empujando estos violentos y primitivos aliseos las lavas frías de los océanos polares, hacia la banda oceánica ecuatorial más caliente, ayudarían á propagar más y más el descenso de temperatura, y se formarían aquí y acullá islotes flotantes de grumos magmáticos, los que reuniéndose en grupos, quizás esfumaran la sombra de primitivos continentes.

En todo caso, enormes mareas por un lado, vientos huracanados por otro, en choques encontrados, debieron producir tempestades formidables seguidas de violentísimo oleaje, y en aquel furor de elementos líquidos y gaseosos, quizás alguna ola gigantesca se levantara tanto que, llevando acumulada en su elevadísima cresta presión de choque y fuerza tangencial, rompiera su conexión directa con el globo fundido, y, en vez de arbolarse y caer, se lanzara al espacio en busca de más independiente vida. ¡La encrespada cresta de aquella indócil ola gigante fué la luna! Al menos así opinan algunos que nació nuestro pálido satélite.

Abona esta hipótesis la densidad actual de la luna, que es de 3,39, muy próxima á la que debió tener la envolvente magmática de nuestro globo fundido, donde, desde un principio, debieron agruparse por orden de densidades los materiales terrestres.

En efecto, según los últimos estudios de lord Kelvin y del sismólogo Wiechert, materiales con densidad media de 3,2 constituyen actualmente $\frac{1}{5}$ del radio, para dar, con las de 8,2 de los otros $\frac{4}{5}$, la densidad media de 5,5, que es la actual de nuestro globo. Y es más, cuando se lanzó al espacio, á tener, repetimos, en cierto modo independiente vida, la parte encrespada de la ola gigante llevó consigo gases aprisionados con la presión de nuestra entonces pesada envolvente atmosférica (de 300 á 400 atmósferas), y al concretarse la luna, careciendo de tan enorme presión atmosférica, estos gases debieron estallar violentos como los de una bomba explosiva, y de aquí el aspecto hendido y crateriforme de nuestro bello satélite, y de aquí, quizás, los meteoritos que divagantes por los espacios caen de vez en cuando en nuestra atmósfera de atracción, volviendo así á su madre patria.

La luna, poco á poco, pero separándose sin cesar, se colocó á la distancia que hoy la tenemos, á nueve radios terrestres de nosotros.

Una vez nacido el pálido satélite, el enfriamiento de nuestro planeta debió ser rapidísimo, y de la temperatura de 1.200°, que debió tener para sostener en fusión los sili-

catos, pronto hubo de descender á la de 365° , temperatura crítica del agua; es decir, una temperatura, por encima de la cual, por mucho que se comprima su vapor no se licúa jamás; una temperatura bajo la cual, á presión suficiente, puede precipitarse en forma de lluvia. Debieron entonces caer sobre los magmas fundidos las primeras gotas; después, lluvias generales que, vaporizadas apenas tocaran al océano incandescente, le robarían calor, y volverían á la atmósfera cediéndolo á los espacios interplanetarios, provocando así un rápido enfriamiento y sucediéndose sin cesar formidables lluvias.

El primer océano.

A todo esto, la atmósfera, compuesta, como dijimos, del aire actual y del vapor de todos nuestros mares, y concentrada, repetimos, por la fuerza centrífuga en la banda ecuatorial, debió *pesar* más en ésta que en los polos, y es fácil calcular esta presión, pues vapor ó agua, la masa sería la misma que tienen hoy los océanos.

La profundidad media oceánica se calcula hoy en unos 3.500 metros, su volumen total en unos 1.500 millones de kilómetros cúbicos, los que, repartidos en estado de vapor en toda la superficie del planeta, que es de 510 millones de kilómetros cuadrados, representaría una columna de agua de 3.000 metros de altura, es decir, 300 atmósferas de presión uniforme; pero, como hemos dicho, hacia el Ecuador estaba concentrada con preferencia la pesada atmósfera de entonces; en la banda ecuatorial habría más presión que en los casquetes polares; este exceso de presión produciría en la debilísima corteza terrestre primitiva enormes abolladuras, y al precipitarse las cataratas del cielo cuando bajó de 100° la temperatura del globo, las aguas debieron ocupar estas abolladuras ejerciendo en ella una mayor presión que en los continentes emergidos, así liberados de ella, y este exceso de presión se traduciría á la postre en mayor profundidad en los océanos, es decir, en una diferencia cada vez más marcada entre la tierra firme y los fondos pelágicos.

En estas condiciones esenciales de diferenciación se formó nuestro primer océano, hirviendo en sus primeros tiempos, caliente después, templado muy pronto, actualmente frío.

Comienzo de los ciclos geológicos.

Constituidos así mares y tierras, empezó el primer ciclo geológico. El mar bate las costas; los agentes atmosféricos atacan, degradan y desnudan los continentes; cuantos derrubios así se forman van al mar; en las zonas costeras de poco fondo se depositan sedimentos gruesos que forman más tarde conglomerados y areniscas; en la región *bathial*, lodos y cienos que forman más tarde arcillas y pizarras; precipitados químicos también se crean y dan después calizas; al nacer la vida orgánica contribuye á formar la creta y las rocas coralinas, formaciones todas, unas y otras, que *engendran piedras*. Es el ciclo de la *litogénesis*, que se completa con las rocas eruptivas, que oprimidas bajo la corteza, surgen de vez en cuando á la luz impulsadas por fuerzas interiores.

Los movimientos orogénicos levantan estas formaciones del fondo sumergido, y empieza así otro ciclo, el de la *orogénesis*. Por último, los agentes exteriores modelan la tierra levantada, la labran, la esculpen: es el ciclo de la *gliptogénesis*.

La geología es, señores, el estudio de la sucesión de estos ciclos.

Y sentados estos indispensables preliminares entremos de lleno en el cómputo del tiempo transcurrido desde el primer ciclo hasta la fecha.

II

CÓMPUTOS DE LA EDAD TERRESTRE

Cómputo de Joly.

Una de las más notables tentativas para evaluar la edad terrestre ha sido la del profesor Joly, basándose para ello en la actual salinidad de los océanos.

Contra la vulgar creencia, se comprende perfectamente

que nuestros océanos no han sido productores de sal, sino, por el contrario, consumidores de la que le suministran las corrientes de agua continentales.

En efecto, el primer océano, como producido por condensación de agua vaporizada, destilada por decirlo así, no debió tener salinidad apreciable alguna. Si ahora es salado, ello se debe al cloruro de sodio que los ríos, arroyos y demás corrientes, le aportan al desembocar en los mares; es decir, al que estas corrientes de agua roban á los continentes en su trabajo constante de erosión, infiltración y disolución. Por tanto, si conociéramos cuánta sal llevan disuelta anualmente los ríos al desembocar en los océanos y la cantidad total de sal contenida en éstos, dividiendo ésta por aquélla tendríamos el número de años que duró el aporte, es decir, «la edad de la tierra» desde la constitución del primer océano, supuesto todo, claro es, en condiciones parecidas á las actuales.

Pues bien, según Joly, esta aportación continental de sal común es de 160 millones de toneladas al año (1), y se habrían necesitado de ochenta á noventa millones de años «al minimum» para que con este aporte tuvieran los océanos la salinidad actual; ó lo que es lo mismo, según Joly, «la edad de la tierra», desde la constitución del primer océano, á poco de iniciarse una fase planetaria, oscilaría entre ochenta á noventa millones de años (2). He aquí un primer «cómputo» de la edad terrestre: próximamente ;Un millón de siglos!

(1) Nosotros deducimos 110 millones en vez de 160, si conforme á Murray, las corrientes continentales vierten en los océanos 27.200 kilómetros cúbicos de agua al año, y si, según los *Reports of the Brit. Assoc.*, cada kilómetro cúbico de éstos lleva en disolución 4.000 toneladas de cloruro de sodio.

(2) Nuestros cálculos hacen subir esta cifra á trescientos setenta millones de años, pues la profundidad media de los océanos se la calcula hoy en 3.500 metros; su superficie, en 365 millones de km.²; su cubo en 1.500 millones de km.³, y su salinidad al 2,70 por 100, en 40.500 millones de toneladas de Cl Na.

Pero como el aporte de sal en épocas de gran volcanismo (carbonífera y terciaria) ha debido ser, por sus fumarolas secas, mucho mayor, aceptamos la de Joly.

Cómputo de Geikie.

Sir Archibaldo Geikie, eminente geólogo escocés, parte para averiguar «la edad de la tierra» de otro orden de ideas.

Sabéis todos que ésta se compone exteriormente de terrenos eruptivos ó endógenos y de capas de rocas sedimentarias. Estas se formaron bajo los distintos mares de los diferentes períodos geológicos, y sus espesores se pueden resumir gracias á los estudios de las distintas regiones, y anotaremos que los más gruesos corresponden siempre á zonas costeras; son sedimentos terrígenos.

Si sumamos estos espesores y si graduamos cuál es el espesor medio anual de sedimentación, dividiendo aquella cifra por ésta tendríamos la del tiempo necesario á la formación de toda la serie estratigráfica, es decir, «la edad terrestre», pues, repetimos, desde que se inició la fase planetaria hasta que nació el primer océano, ha debido transcurrir corto lapso de tiempo.

Pues bien, según la mayoría de los geólogos, el espesor medio de toda la serie estratigráfica oscila entre 40.000 á 50.000 metros, y según Geikie, cada metro exige hoy para ser sedimentado un número de años que varía entre 3.000 á 20.000, ó sea que se habrían necesitado 120 á 1.000 millones de años para que se formara toda la serie estratigráfica.

Como quiera que la mayor parte de los terrenos emergidos pertenecen á zonas costeras de los antiguos mares, parece lógico adoptar la cifra más fuerte de deposición, cifra que por otra parte se aproxima á la que, para la zona costera, da Lapparent (1) de un metro por cada dos mil años, y en ese caso «la edad de la tierra» sería de un millón de siglos, aproximándose á la calculada por Joly (2).

(1) Triple de la del promedio fijado en un *metro por cada seis mil* años.

(2) Sollas, aunque hace ascender á 76.000 metros de espesor el máximo de la serie estratigráfica, fija en un pie por cien años (un metro por cada trescientos años) la sedimentación, lo cual nos parece exagerado.

Cómputo de Lord Kelwin.

Este sabio evalúa la edad de la tierra prescindiendo de consideraciones geológicas.

Sienta como principio que la tierra, una vez constituida como planeta en su débil envolvente sólida, necesitó muy pocos años para que bajara su temperatura desde 1.200° á 100°, y supone que, desde entonces, la tierra se enfrió como un cuerpo sólido que pierde calor por conductividad.

Hizo experiencias con rocas fuertemente calentadas dejándolas enfriar y anotando la pérdida de temperatura á distintas profundidades; y partiendo del aumento de temperatura en profundidad, es decir, de lo que pudiéramos llamar su «característica térmica» actual, que es de un grado por cada 33 metros, dedujo que desde los 300 kilómetros por bajo de la superficie, hasta el centro del globo, la temperatura debía ser constante; y que para llegar la litosfera ó corteza al estado actual de enfriamiento debieron haber transcurrido cuando menos *veinte ó cuarenta* millones de años.

Otros físicos, en nuevas correcciones, hacen ascender esta cifra, como en las primeras evaluaciones el mismo lord Kelwin, á más de *cien* millones de años, como las anteriores.

Cómputo del profesor G. H. Darwin.

Este eminente profesor, cuyo moderno libro sobre la *Historia de la Luna* es no sólo una preciosa contribución á la ciencia astronómica, sino también á la Geología, fundándose en consideraciones de mecánica celeste que nos apartarían de nuestro camino, deduce que el tiempo necesario para que la luna se fuera apartando lentamente de nosotros hasta distanciarse como hoy lo está á 9 radios terrestres, debió de ser cuando menos de *cincuenta y seis* millones de años.

He aquí otro cómputo que, considerado como «*mínimum*», no se separa de los anteriores.

Cómputo de Rutherford.

Por último, para no hacer más larga esta disertación, citaremos el notable método que, aplicado por Rutherford para averiguar la edad de ciertos minerales, nos da la de la tierra.

Parte Rutherford de la cantidad de helio que tienen, según Ramsay, los minerales de uranio y de torio llamados fergusonita y torianita, los cuales dejan emanar anualmente una cantidad conocida del primero; y, por las proporciones de la composición actual y de la que debían tener en su primitivo estado de formación, deduce Rutherford que han debido transcurrir desde entonces unos cuatrocientos millones de años; si tenemos en cuenta que estos minerales pudieron ser formados antes de consolidarse la corteza terrestre, veremos que este cómputo no se separa mucho de los anteriores.

En resumen, vemos por lo que antecede que las evaluaciones fundadas en datos geológicos, como los deducidos de cálculos físicos, astronómicos y químicos, concuerdan en hacer ascender los siglos de edad de la tierra á cifras del sexto orden, y que, como aproximada, puede fijarse la de *un millón de siglos*.

Ante este inmenso número de siglos, nos parecerá de ayer la fundación de la antigua Menfis, perdida en la noche de los tiempos; y eso que han transcurrido siete mil años de entonces acá.

Para darnos cuenta de lo que son ¡un millón de siglos! basta que supongamos cuántos años serían necesarios para que toda España, donde no notamos, ni nuestros antepasados notaron, variación sensible, se convirtiera en una baja llanura, desapareciendo las ásperas montañas Cantábricas, los ingentes Pirineos, la maciza sierra Carpetovetónica, la áspera y abrupta sierra Nevada, la propia alta meseta de Castilla, y esta desaparición fuera, no debida á mayor embate de las olas ni á mayores precipitaciones atmosféricas, sino al actual pequeñísimo desgaste proseguido día tras día en el lento paso de los tiempos. Pues bien, un millón de siglos sería bastante

para que, si pudiéramos asistir á su paso, viéramos á España veinte veces convertida en baja planicie, si otras tantas resurgieran sus altos páramos y sus elevadas serranías! (1).

III

ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA VIDA ORGÁNICA

Origen de la vida.

Ahora bien, si los geólogos, de acuerdo con los físicos y los astrónomos, están conformes en asignar á la «edad de la tierra» un millón de siglos, ¿se contentarán los paleontólogos y los biólogos con parecido lapso de tiempo para que haya podido efectuarse la evolución de los organismos, ascendiendo su perfeccionamiento por lentos pasos desde la simple mónera primitiva, hasta el complicado hombre cuaternario? Antes de contestar á esta pregunta permitidme una digresión acerca del origen de la vida.

Deshecha entre los reactivos de la química la leyenda del *Bathybius*, estrechamente unida á la idea de la generación espontánea, hoy muchos biólogos siguen la teoría de la «panspermia» debida al médico Richter, según la cual el primer germen de vida no nació espontáneo en nuestro globo, sino que vino á él procedente de algunos de los infinitos y oscuros mundos habitados que pueblan, indudablemente, el insondable espacio.

Veamos cómo el brillante genio de Arrhenius hace llegar la vida á la tierra.

(1) La erosión que producen todos los ríos del mundo se calcula al año en	10 km. ³
La erosión que producen todos los mares del mundo se calcula al año en	1 »
La disolución de las aguas continentales en	5 »
<i>Desgaste total anual.</i>	<u>16 km.³</u>

y como la tierra emergida cubica 100 millones de km.³ deduciendo lo que los sedimentos harían subir á los océanos, resulta que bastarían cuatro y medio millones de años para arrasar los continentes, si no los elevaran las fuerzas endógenas.

Según éste, la universalidad hasta aquí admitida, de la ley de la gravitación universal formulada por Newton no es completa, pues, siguiendo á Maxwell y Schwarzschild, acepta la demostración de que las radiaciones solares pueden empujar en contra de la atracción á corpúsculos menores de diez y seis cienmilésimas de milímetro de diámetro, es decir, que las radiaciones solares *tienen fuerza repulsiva*.

La curiosa experiencia de Nichols y Hull parece así demostrarlo. Introdujeron éstos en un tubo de cristal algo estrangulado en el centro, una mezcla de esporos de hongo carbonizados, que tienen de diámetro dos milésimas de milímetro, y polvo de esmeril. Hicieron el vacío mayor posible dentro del tubo, y, puesto frente á una lente que convergía las radiaciones de un arco voltaico, volcaron aquél verticalmente para que por el trozo estrangulado pasara el conjunto, de la parte superior á la parte inferior, y vieron que el esmeril caía á plomo y, en cambio, los esporos se separaban de la vertical, evidentemente empujados por la radiación luminosa, y chocaban con la pared opuesta al foco de proyección.

Si ello es así, como nuestros botánicos afirman que puede haber gérmenes orgánicos (esporos de bacterias) de menos de dos diezmilésimas de milímetro, bastará que existan para que puedan ser arrastrados á altas regiones de la atmósfera; allí pueden encontrarse con los fenómenos de radiación de las auroras boreales, que según Arrhenius son acusadas por descargas eléctricas de grandes cantidades de polvos cósmicos electrizados negativamente y procedentes del sol, y ya unidos, polvos y bacterias, caminar juntos á través del espacio infinito. Ahora bien; como la potencia germinativa no la mata el frío, según experiencias hechas sobre formas vegetales al estado seco (los estafilococos la conservaron á temperaturas de -190° que es la de la ebullición del aire líquido), pueden estos gérmenes conservar su vitalidad á través del frío absoluto de los espacios interplanetarios y chocar en su camino con otros mundos inhabitados, donde, si la condición de temperatura de tierras y océanos es adecuada, pueden germinar y ser punto de partida para una nueva serie orgá-

nica, si no igual á la nuestra, pues tendrían que adaptarse á las circunstancias del nuevo medio, muy similar en sus generales líneas.

Pues bien; nuestro planeta estuvo en condiciones de que procreara el primer germen de vida orgánica cuando en sus mares descendió la temperatura á 60°, pues á esa temperatura viven perfectamente las algas del parque de Yellowstone, y como sabemos que para descender la costra terrestre desde 1.200° á 60° necesitó poco tiempo, dicho se está que á poco de iniciarse la fase planetaria estuvo la tierra en condiciones de dar desarrollo al primer germen fecundado en otros mundos.

Así, según la teoría « panspérmica », y la de intercomunicación de vida de Arrhenius, pudo en nuestro planeta iniciarse el desarrollo de la vida orgánica; así puede á su vez la tierra, madre hoy de vida, repartirla en reciprocidad, en aquellos oscuros mundos del insondable espacio que estén en condiciones de recibirla.

Desarrollo de la serie orgánica.

Volvamos á la segunda interrogación: ¿Bastará un millón de siglos para todo el proceso de evolución de la serie orgánica?

Recordemos el espesor de los estratos terrestres: hemos dicho que toda la serie sedimentaria suma de 40 á 50.000 metros de espesor de terrenos. Adoptemos la cifra máxima de 50.000 metros, y siguiendo á los más modernos autores, podemos formar el siguiente cuadro de espesores, del tiempo necesario para su sedimentación y de las nuevas clases y órdenes de fósiles que han ido apareciendo:

TERRENOS	Espesor de terrenos. — Metros.	Años necesarios para su deposición.	Fósiles nuevos que aparecieron.
Azoico	14.000	28 millones.	Ninguno.
Cambriano y siluriano	10.000	20 —	Invertebrados.
Devoniano	4.500	9 —	Primer pez.
Carbonífero	5.000	10 —	— anfibio.
Permiano	2.500	5 —	— reptil.
Triás	2.000	4 —	— mamíferos, y quizás aves.
Jurásico y cretáceo	4.500	9 —	Estancamiento de los mamíferos.
Eoceno, oligoceno y mioceno	6.000	12 —	Gran desarrollo de éstos, y primeros cuadrumanos.
Plioceno	1.000	2 —	Phitecoantropus.
Cuaternario	500	1 —	Hombre.
<i>Total</i>	50.000	100 —	

Ó lo que es lo mismo, que el proceso de los invertebrados exigió veinte millones de siglos para transformarlos en peces, y (tomando el proceso de los invertebrados como tipo) que la mitad de tiempo necesitó el primer pez para pasar á ser anfibio, y otro tanto el anfibio á reptil; que ya, éste, exigió la cuarta parte tan sólo para ser mamífero didelfo; y que, en cambio, el mamífero didelfo para perfeccionarse hasta ser antropoide necesitó más tiempo que la mónera para ser pescado; y que en dos millones de años puede computarse la evolución del antropoide para ser *homo sapiens*.

En nuestra opinión, es indudable que pueden ser suficientes estos enormes lapsos de tiempo para toda la evolución de la serie orgánica; y que esta evolución es real, lo prueba el que si bien hay tipos de seres organizados que, como la inmutable língula, como el mismo nautilus, atraviesan los distintos ciclos geológicos sin variación sensible, hay enterrados en ellos otros que, por el contrario, varían de aspecto dentro de los estratos de una misma formación y cuyas variaciones se pueden seguir paso á paso. Ahí están los famosos amoni-

tes: son rectos y de suturas simples en el siluriano inferior; empiezan á curvarse en el siluriano superior; se arrollan del todo en espiral en el carbonífero; presentan suturas complicadas en el triásico; nudos en los bordes exteriores en el jurásico, donde llegan á su apogeo; se inicia nuevamente la desunión de sus espiras, aunque conservando la complicación de las suturas, en el cretáceo inferior, y terminan con el baculites, completamente rectos, en las hiladas superiores de este sistema.

Ahí están los famosos cangrejos del puerto de Plymouth, en los que, casi año por año, según cita Sollas, puede observarse la metamorfosis que va sufriendo su caparazón, respondiendo al parecer á la turbiedad cada vez mayor de las aguas en que viven.

Y sin ir tan lejos, véanse los estudios antropológicos, según los que, el hombre apareció en el periodo cuaternario hace unos 200.000 años, y basta que comparemos aquellos cráneos voluminosos y alargados, con exagerados senos frontales y con salientes arcadas superciliares, y aquellas mandíbulas prognáticas, con el cráneo y las mandíbulas de un hombre de nuestra época, para ver la diferencia y concebir la evolución.

Ahora bien; para que ésta exista, es necesario que la fuerce un cambio mayor ó menor en las condiciones climatológicas del globo, pues ya sabemos todos que la naturaleza orgánica tiende siempre á adaptarse al medio en que vive, y, precisamente, la geología histórica nos demuestra que por variar incesantemente la posición de tierras y de mares, de cordilleras y de planicies, aparte de las influencias astronómicas, ha sufrido nuestro globo durante las largas épocas geológicas, multitud de cambios topográficos y de condiciones físicas; á la postre, multitud de cambios climatológicos que necesariamente han obligado á los organismos á evolucionar incesantemente; es decir, que en principio nos han de parecer suficientes un *millón de siglos* para que el alga protofita haya llegado á transformarse en la acacia sensitiva, para que la amiba haya llegado á ser el hombre inteligente.

IV

LONGEVIDAD FUTURA DE NUESTRO PLANETA

Y podríamos dar aquí por terminada esta conferencia si no fuera porque nos vienen á la mente dos preguntas que quizás acudan también á vuestros labios.

Si tan vieja es la tierra, ¿le quedará mucha vida? ¿La vida orgánica podrá perdurar mucho en ella?

Respecto á la primera pregunta no cabe duda que la tierra, templada ó fría, durará cuanto el sol que la riges dure, y lo que á éste le reste por vivir se cuenta por billones de años.

En cuanto á la vida orgánica, basta pensar que se sostiene hoy gracias á la energía solar. Mientras el sol perdure y nos envíe sus vivificantes rayos, procrearán y perdurarán los seres, si hay atmósfera en la tierra y si hay agua en los océanos. Aquélla mitiga el exceso de calor solar que nos quemaría, da oxígeno á los animales, carbono y nitrógeno á las plantas: el agua es la red ferroviaria de la economía orgánica.

Pues bien; según Arrhenius, sometida la marcha del sol y sus posibles choques al cálculo de probabilidades, tardará en estrellarse contra otros soles, engendrando quizás nuevos sistemas planetarios, billones de años; y por otra parte, su energía es en cierto modo inagotable, pues no procede de una combustión interna como si fuera de carbono, que entonces ya se hubiera apagado á poco de aparecer esplendoroso, en unos cuatro mil años solamente, sino que proviene de una especie de circulación de fuera á dentro, para crear combinaciones nuevas consumidoras de calórico, de dentro á fuera para ceder la energía calorífica por ellos recogida.

Nos explicaremos: según Arrhenius, las manchas solares son abismos infinitos, donde como en una voragine, se precipitan masas gaseosas de la periferia; éstas, en vez de disociarse, como vulgarmente se podría creer por pasar á zonas cada vez más ardientes, forman combinaciones que, como el acetileno, absorben calor en vez de desprenderle, y así, cuando en giro incesante vuelven á la superficie, ceden el

calor recogido, á través del helado espacio, á los infinitos mundos, correspondiéndonos á nosotros una ínfima parte. ; Así se renueva constantemente la energía solar, y así perdurará por siglos y siglos incontables, pues para nuestros cálculos es inagotable la inicial que el sabio artífice le ha proporcionado!

Ahora bien, si nuestra madre tierra no repartiera á su vez el calor sobrante, acabaría, como la mariposa, por quemarse en su llama; pero la atmósfera lo recibe, lo regula y lo reparte por nuestro globo: es la cristalería de nuestro esférico invernadero. Deja pasar los rayos caloríficos luminosos, la tierra los transforma en oscuros y el cristal de la atmósfera impide que vuelvan totalmente al espacio, y todo ello dentro de un admirable equilibrio térmico sin el cual, ó el sol acabaría por abrasarnos, ó la tierra por morir helada.

¿Pero podrá faltarnos la atmósfera? ¿Podrá desaparecer el agua de nuestros mares, que es á la postre el inmenso almacén que poseemos?

Razonemos un poco y recordemos que en los tiempos primitivos hubo definidos continentes, y que éstos, con los movimientos huronianos, caledonianos, hercinianos y alpinos, fueron poco á poco aumentando por soldaduras de nuevos terrenos. Entonces, ó los mares se fueron retirando, estrechándose, hundiéndose, ó el agua de ellos se fué consumiendo. Yo opino lo segundo, pues si la retirada de los océanos fuera debida á hundimiento y extensión de sus fondos, la tierra tendería á estirarse hacia los polos, á ser ovoide en vez de esferoide; si en cambio el agua de los océanos se fuera consumiendo, evidentemente crecería la tierra emergida y se limitarían más y más los mares.

Esta deducción es bien lógica, pues todo el mundo sabe que el calor solar y los vientos evaporan las aguas oceánicas; se forman nubes y llueve en mares y tierras. De la lluvia caída en éstas, una parte se evapora de nuevo, otra escurre por el suelo, el resto se infiltra. Las dos primeras porciones vuelven tarde ó temprano al mar; de la última, una parte también se restituye á su origen en forma de manantiales, mien-

tras que la otra penetra más y más en las profundas capas terrestres, y si bien alguna de ella torna al exterior acompañando á erupciones volcánicas, á las fumarolas, á los movimientos sísmicos, la restante, en fin, ó queda entre los poros de las rocas ó hidrata los minerales de que se componen, pérdida en definitiva que no se repara, que es consumo constante del caudal común, merma continua de las aguas oceánicas.

Ahora bien; si los mares hubieran cubierto en un principio la casi totalidad terrestre, dado que hoy no cubren más que parte, habrían perdido, desde entonces hasta la fecha, el máximo, lo que hoy emergen los continentes. Como el volumen de éstos es de 100 millones de km.³ y el tiempo transcurrido lo hemos graduado en cien millones de años, quiere decir que se habrán consumido en hidrataciones y en impregnar magmas y rocas, á razón de un kilómetro cúbico por año, cantidad en verdad nada exagerada; y como los mares actuales cubican la enormidad de 1.500 millones de km.³, quiere decir, finalmente, que con esta pérdida anual ¡¡aún tendrá la humanidad flujo acuífero para mil quinientos millones de años!!

De la atmósfera podríamos hacer parecidas deducciones; así, que si la tierra por el concepto del sol tiene vida incontable, y por el de mares y atmósfera puede aún durar ¡1.500 millones de años!, es decir, quince veces más de los ya transcurridos, está hoy, comparativamente á la vida media humana, como un niño de cuatro años ante un hombre de sesenta; está, pues, en *plena infancia*.

Pero hay más; cerremos por un momento los ojos, y concentrando poderosamente nuestra imaginación, pensemos en el inmensísimo progreso que habrá adquirido la humanidad al cabo de 1.500 millones de años de existencia, cuando llevando tan sólo 200.000 de vida, 100.000 quizás desde que su única herramienta era el hacha tallada, 1.500 desde la invasión de los pueblos bárbaros, apenas 500 desde la invención de la imprenta, ha llegado á dominar el vapor, á domar la electricidad, á transmitir la palabra de uno á otro continente sin más hilo que la sutil atmósfera, y, careciendo de alas, surcarla en majestuosos vuelos.

Figuraos, repito, cuál no será el futuro progreso de la humanidad. Tanto, tanto, que debemos confiar en que mientras irradie el sol tendrá calor, luz, aire y cuanto necesite para subsistir ella y las especies animales y vegetales que la sean útiles, pues tendrá medios fáciles, económicos, de descomponer los óxidos si necesita oxígeno, de calcinar hidratos si le falta el agua, más todavía, de transmutar unos elementos en otros. Por tanto, podrá nutrirse y perpetuarse la sucesión de la vida orgánica mientras el sol ilumine el horizonte..... y, sobre todo, mientras el Supremo Hacedor permita que la Humanidad cuente con ese destello divino que se llama inteligencia.

He dicho.