

DISCURSOS

LEÍDOS ANTE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS

EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

EN LA RECEPCIÓN PÚBLICA

DEL

EXCMO. SR. D. FEDERICO DE BOTELLA Y DE HORNOS

el día 29 de Junio de 1884



MADRID

IMPRESA DE LA VIUDA É HIJO DE D. E. AGUADO

Calle de Pontejos, 8

—
1884

DISCURSO

DEL

EXCMO. SR. D. FEDERICO DE BOTELLA Y DE HORNOS

Señores:

Las primeras palabras que os dirija han de ser de encarecido ruego y respetuosa petición de disculpa por mi larga tardanza en presentarme ante vosotros.

Solicitado por encontrados sentimientos, de una parte el vehemente deseo de corresponder á la honra que hoy alcanzo, de otra el firme convencimiento de que sólo la debo á vuestra extremada bondad, aún no sé cuál hubiera sido el término de la lucha, á no asaltarme el temor de que pudiera atribuirse á descortés indiferencia lo que era únicamente muestra de profundo respeto y justificada desconfianza, la cual acreditará sobradamente el humilde trabajo que en forma de muy árido discurso os presento, por ineludible precepto reglamentario.

Pero antes de tratar de cumplirlo, la gratitud me obliga, aunque no lo exigiera la costumbre, á consagrar un recuerdo al amigo y compañero, cuya muerte dejó vacío el asiento que yo he de ocupar, y privó á la ciencia de uno de sus más fervientes cultivadores, y á la patria de uno de sus hijos más útiles y laboriosos.

El Excmo. Sr. D. Felipe Naranjo y Garza, Presidente que fué del Cuerpo de Minas, no era de aquellos hombres cuya memoria borra el tiempo con facilidad. Dedicado desde muy temprano á los penosos trabajos de nuestro Instituto, recorrió paso á paso todos los puestos señalados á la antigüedad y al mérito, y ya en los distritos mineros fomentando la industria, ó dirimiendo y aplacando las enconadas contiendas de encontrados intereses; ya en nuestra Escuela, tanto en la Cátedra como en su Dirección; y por fin, como Presidente de la Junta, puesto el más elevado de nuestro Cuerpo, supo mostrarse siempre á la altura de difícilísima misión, captándose las voluntades de todos con decorosa afabilidad y merced á las dotes especiales de su carácter. Autor de obras estimadísimas, quiso difundir en nuestro país la ciencia de los Haüy, de los Beudant y Dufrenoy, escribiendo un Tratado de Mineralogía, y más tarde unos Elementos en que condensó su primera obra. Como Académico, ocioso fuera encomiar ante vosotros trabajos que habéis podido apreciar en toda su valía con más conocimiento y menos apasionadamente, que quien, al respetarle como jefe, y al recordarle como amigo, estaba muy lejos de imaginar que pudiera sustituirle aquí, donde con él compartieron vuestras tareas los ilustres D. Casiano del Prado, D. Lorenzo Gómez Pardo, D. Donato García, D. Joaquín Ezquerro del Bayo, D. Rafael Amar de la Torre, D. Ramón Pellico, y tantos otros colegas vuestros y compañeros míos, arrebatados sucesivamente á esta vida con brevedad aterradora, cual si implacable y singular destino se complaciese para nuestro desconsuelo en desvanecer, impasible, las más fundadas esperanzas.

Pagado tan justo tributo de veneración y cariño, pasaré ahora á discurrir algunos momentos sobre uno de los numerosos problemas que presentan las Ciencias, á las que dedica la Academia sus fructuosas tareas, permitiéndome llamar vues-

tra atención sobre las desigualdades de la corteza terrestre, y particularmente sobre las leyes que parecen regularlas, con respecto, particularmente, á la Orografía de nuestro territorio.

La superficie sólida de nuestro planeta ni es lisa ni uniforme: multitud de arrugas, insignificantes en cuanto al conjunto ó totalidad de la Tierra, pero de extraordinaria magnitud en sí mismas consideradas por nuestros medios habituales de apreciación, se extienden y serpentean en diversos sentidos y multiplicadas direcciones por aquella superficie, formando surcos más ó menos profundos, tajos espantosos, altísimos montes, majestuosas cordilleras, y todo el complicado aparato de los que denominamos accidentes orográficos.

Pero si, ya de suyo, y vistas á distancia, son notables estas alteraciones del Globo que habitamos, y llaman poderosamente la atención, por la majestad de sus inmensas moles, ó por la gallardía y extrañeza de sus formas, el interés crece todavía, al considerarlas más detenidamente, y al reparar en la disposición y caracteres especiales de su estructura, ya constituyendo masas compactas, ya agregados diversos y lechos sucesivos en hiladas superpuestos, y estos, no siempre horizontales, sino simulando frecuentemente pliegues, bóvedas, murallones, capas inclinadas, verticales y también invertidas, con cortes insondables, y asombrosos acantilados revestidos de fantásticas perspectivas y singulares contexturas.

El aspecto de, al parecer, tan inconcebible trastorno, es ciertamente asunto de particular extrañeza; pues aunque sin esfuerzo se concibe la distinción de las masas roqueñas en agregados de elementos confusos, ó en hiladas regulares, revelando diverso abolengo, como originadas las unas en las profundidades de nuestro planeta, de donde se difundieron luego por la superficie, á manera de las lavas de los volcanes actuales, y constituidas las otras en las concavidades y depre-

siones del Globo, molécula por molécula, fragmentó por fragmento, cual escombros arrancados por las aguas y los vientos á los continentes, y llevados luego, tras borrascosa peregrinación, á reposar en el seno de lagos tranquilos, ó de mares profundos, es difícil, por el contrario, imaginar que estos últimos elementos, que debían formar necesariamente depósitos horizontales ó casi horizontales, se muestren al fin tan completamente dislocados, faltando en absoluto á las condiciones que constituyen la esencia misma de su ser, la ley de su proceso. Natural es, por lo tanto, que la explicación de tales pliegues y repliegues, inversiones, resbalamientos é inclinaciones peregrinas, tan enlazadas con la formación de las montañas, y, por ende, con la constitución de nuestro globo, constituya hoy, como antes, uno de los problemas más arduos para las investigaciones del espíritu; y que en todas las tradiciones, en todas las historias el misterioso origen de la Tierra haya sido objeto de preocupación constante, y manantial perenne de las hipótesis más diversas, y de los más variados conceptos en que siempre intervinieron los primitivos elementos. La teoría de un fuego central, ó de un estado de fusión del interior de nuestro planeta, acompañado de ciertas revoluciones periódicas en que el agua y el fuego llegaban á producir alternativamente los mayores cataclismos, apunta desde los tiempos más remotos, y se vislumbra en todas las tradiciones, así de Oriente como de Occidente, lo mismo en los libros sagrados de los Arias ó de los Mayas, que en el Génesis de las razas semíticas y en los discursos de los filósofos helénicos.

Thales de Mileto, Anaxímenes, Heráclito, Anaxágoras y todos los filósofos de la Escuela Jónica, toman sucesivamente el agua, el fuego, el aire, como principio de todas las cosas y fuerza vivificadora del mundo. Pitágoras llega á la concepción de un fuego central, potencia creadora, causa constante

de eterno calor, que regula y compensa el enfriamiento general de la masa. Aristóteles expresa ya la idea de cambios periódicos acontecidos en porciones de territorio alternativamente sumergidas y fuera de las aguas, y establece la influencia preponderante de las causas actuales. Strabón enlaza estas opiniones, que comparte con ciertos movimientos de los mares influidos por las fuerzas ígneas encerradas en el interior de la corteza terrestre. Y mucho después Avicena (al ocuparse en la formación y clasificación de los minerales, y generalizando las opiniones de Empedocles) atribuye la formación, en su esencia, de las montañas á violentos terremotos, que convierten en monte lo que fué suelo. Pero es preciso llegar al siglo XVII, para ver cómo comienzan á enlazarse los efectos físicos y mecánicos observados con las causas que les señalaban los antiguos. Stenón es el primero que sienta las bases de la clasificación geológica; y más tarde, en el siglo XVIII, Leibnitz, Lázaro Moro y Arduino, imaginan sistemas cada vez más concretos. Buffón reviste de su brillante estilo una teoría más fantástica que verdadera, mezclando con nociones exactas, acerca del calor propio de nuestro planeta, conceptos atrevidos imaginados fuera del campo de la observación. Newton llega con su potente genio á deducir de las hipótesis de una incandescencia primitiva la forma achatada de los polos de la Tierra: problema, de lo contrario, sin solución racional. Hutton, observador profundo, investiga con admirable lógica la verdadera esencia de los componentes de la corteza terrestre, así como las causas de la consolidación de sus diversas capas; y, si bien exagera algún tanto la influencia de las rocas eruptivas, traza con mano segura los fundamentos de la Geología experimental, que habían de engrandecer, andando el tiempo, los Delesse y los Daubrée. Werner, su poderoso antagonista, por rendir culto exagerado al principio

contrario, no llega á la altura á que hubiera podido arribar procediendo en sus deducciones con mayor prudencia. Y Laplace, por fin, reproduciendo, ¡singular coincidencia! 40 años más tarde las ideas de Kant, sienta la brillantísima teoría que con justicia lleva su nombre, y que, salvas leves objeciones en pormenores que el tiempo por sí solo se encarga de desvanecer, satisface completamente todos los hechos observados.

Según ella, la formación de la Tierra y de todo nuestro sistema planetario, es efecto de la condensación progresiva de una nebulosa, extendida en su origen más allá de las órbitas de todos los planetas actuales: inmenso sol en cuyo seno, en virtud de la doble influencia de la gravitación y del enfriamiento, fueron deslindándose y separándose sucesivamente zonas de vapores ó anillos concéntricos, rotos después en variados segmentos, pero que continuaron sometidos á las mismas leyes.

La observación directa de muchas otras nebulosas, diseminadas por el firmamento, en distintos estados de condensación, demostró, y de continuo corrobora, lo racional de la hipótesis de Kant y de Laplace; y he aquí cómo la Astronomía con sus poéticos y elevadísimos conceptos marca á su hermana más joven la Geología, los seguros derroteros por donde debe caminar.

En efecto, admitida la hipótesis de Laplace, todos los fenómenos se explican con extremada sencillez. La Tierra, fragmento desprendido de uno de los anillos solares, se condensa y se enfría paulatinamente: primero aparece sobrenadando sobre la masa flúida, delgadísima é interrumpida película, cual sobrenadan los helados témpanos en los mares polares, ó las rugosas escorias que se cuajan en la superficie de las corrientes de lava de los volcanes; y esas masas flotantes, unidas luego unas á otras, prosiguen enfriándose; en tiempo oportuno

tuno se condensan y precipitan las aguas, y se purifica la atmósfera; y recibidos en el seno de los mares, que rodean á los continentes, los despojos que las lluvias arrancan á las tierras ya en seco, la destrucción de una parte suministra materiales para la formación de otra; y en aquellos mares, sobre aquellos nuevos continentes, temblorosos todavía por el influjo de los candentes elementos que hierven debajo, brota, en fin, la vida orgánica, que concurre por su parte á la obra común, atestigüando con los restos que conservan las diversas capas terrestres, las extrañas formas que ha tomado, y la variedad, energía y potencia con que sucesivamente se desarrollaron ambos reinos vegetal y animal.

La incandescencia interna del Globo, dice D'Archiac, y su enfriamiento gradual, aun cuando hoy excesivamente lento, explican, por la expansión de los gases y de las materias flúidas internas, los cambios de situación, ó el levantamiento é inclinación de las rocas estratificadas dispuestas originariamente en lechos horizontales. Y es, que en efecto, la difusión lenta del calor primitivo, al que los planetas deben su fluidez y forma esferoidal, y la disposición generalmente regular de sus capas del centro á la circunferencia, presentan los fundamentos esenciales con que pueden enlazarse los grandes fenómenos sobre que discurrimos; pues en el estado á que han llegado los cuerpos planetarios, disminuyendo la temperatura del núcleo interno con mucha más rapidez que la de la superficie, llega á establecerse una relación no interrumpida entre la capacidad de su corteza sólida y el volumen de su masa interna: relación que aumenta asimismo cuando se considera lo que menguan en capacidad ciertas rocas al solidificarse por el enfriamiento, acción que por sí sola, según los cálculos de Mr. Delesse, produce en el radio terrestre la disminución de 1.430 metros de longitud.

La diferencia entre lo que pierden en volumen el núcleo exterior y la corteza que lo envuelve, produce naturalmente entre ambos una separación necesaria, quedando así la corteza suspendida á manera de bóveda sobre una especie de vacío anular; pero como su corto espesor probable, su peso, sus infinitas grietas y aun su mismo achatamiento, se oponen á la existencia de ese vacío, y tienden á mantener la costra adherida constantemente á la masa flúida interna, aunque amenguada, resultan naturales compresiones y extensiones, cuyo primer efecto es apartar gradualmente la citada corteza de su forma esferoidal.

Mientras la deformación permanece pequeña respecto á la masa total, la resistencia de la corteza basta á contrarrestar todas las causas de quiebra ó aplastamiento; pero, como á la vez que aumenta el enfriamiento, crece también la deformación, llega un instante en que las compresiones laterales determinan un rompimiento repentino que, combinándose con la tendencia que tiene la masa entera á re-vestir una forma casi esferoidal, obliga á la corteza terrestre á disminuir de amplitud, ó á replegarse y arrugarse al rededor del núcleo interno. Así insensiblemente, y sin acudir á otras consideraciones que las de la forma misma del planeta, del calor que encierra, del enfriamiento y de las contracciones que experimenta, se explican clara y sencillamente los orígenes de todas las arrugas que la surcan, y de aquellos pliegues, repliegues y bóvedas que ostentan en su mayor parte las capas terrestres, produciendo los más importantes de sus accidentes orográficos.

Explicada la causa general de estos accidentes, importa averiguar ahora si son hechos casuales, ó si, por el contrario, son fenómenos que con frecuencia repetidos obedecen á ley definida, cuya razón pueda investigarse.

Elie de Beaumont, en cuyo espíritu, por privilegio especial, se hermana la facultad analítica á las más sublimes concepciones, comenta y enlaza con observaciones propias los datos recogidos por todos los que le precedieron, llegando á sentar, en conclusión, no solamente la frecuencia del fenómeno, sino su regularidad; pues el estudio de los accidentes orográficos, bien sean valles, cordilleras, fracturas, grietas ó filones, le lleva como por la mano á reconocer que todos ellos, á pesar de las desviaciones, cuyas causas locales resaltan desde luego, se distinguen por descomponerse en alineaciones rectilíneas bien definidas: de donde se desprende, además del paralelismo de los filones contemporáneos, descubierto por Werner, el de las cordilleras ó sistemas de montañas de idéntica época, presentido por de Humboldt, de Buch y otros maestros de la ciencia.

Admitido el supuesto de ser los citados accidentes de las quiebras efectos por compresión ó depresión de la corteza terrestre, y que ésta, aunque compuesta de elementos de densidad distinta, puede considerarse como una masa casi homogénea en virtud de su tenuísimo espesor, comparado con el diámetro del planeta, infiere Elie de Beaumont que aquellas roturas debieron verificarse en cada período de dislocación en el sentido de las líneas de menor resistencia, las cuales natural y lógicamente han de coordinarse á modo de red geométrica ajustada á la superficie de nuestro esferoide.

Y como, tratándose de un sólido de esta forma ¹, todas las alineaciones que sobre él se tracen, salvo las paralelas al Ecuador, tienen que ser arcos de círculo máximo, de aquí resulta que, con arreglo al principio de las fuerzas mínimas ó del gasto

¹ A pesar de su achatamiento hacia los polos, la forma de la Tierra se aparta poco de la de una esfera, puesto que su radio polar de 6.355.945^m. difiere sólo en $\frac{1}{16}$ de el radio ecuatorial que es de 6.376.850^m.

menor de fuerzas vivas, el fenómeno de contracción, norma y causa de los accidentes orográficos que estudiamos, ha de seguir necesariamente las direcciones de uno de aquellos círculos y verificarse por la compresión lateral de un huso ó de una combinación de husos esféricos, puesto que en una corteza esferoidal la supresión de cualquiera de estas porciones es la que permite más fácil y sencillamente la aproximación de ambos bordes del hueco por simple movimiento de charnela sobre la línea de juntura, cuando sin quiebras ni dobleces tiende á recuperar su primitiva forma lo restante de la citada corteza.

Claro está que la nueva esfera ha de diferenciarse algún tanto de la anterior, y que presentará, en el sentido de los extremos del huso suprimido, cierta distensión, aunque muy pequeña, que alterará la regularidad perfecta de los opuestos casquetes. Pero, como el fenómeno de la formación de una arruga ó de un sistema de arrugas, por la compresión transversal de un huso, ha debido ocurrir repetidas veces durante el larguísimo período del enfriamiento del esferoide terrestre, la prolongación producida en cada una de ellas, por pequeña que haya sido, llega á establecer relaciones necesarias en las situaciones sucesivas de los husos comprimidos, resultando, por tanto, entre todos tal enlace y mutua dependencia, que la reproducción de cualquiera de ellos lleva consigo la de los restantes, y por un mismo orden.

De aquí se infiere la recurrencia de las mismas direcciones, y el que, hallada la ley simétrica de las contracciones sucesivas de nuestro planeta, podría afirmarse, á priori, cuál ha sido el orden, según el cual, al venir unas en pos de otras, han debido coordinarse las direcciones de las diversas arrugas, ó lo que es igual, la de los sistemas de montañas á que dieron origen.

El problema que toca resolver, redúcese, pues, finalmente,

á determinar cuáles pueden ser los sistemas de círculos máximos, que permiten dividir la esfera en figuras iguales y regulares, y á escoger entre las soluciones admisibles, la que presente mayor número de coincidencias entre las direcciones de los círculos máximos y las direcciones observadas empíricamente ¹.

Partiendo de estas bases, en que ocupan el primer lugar las consideraciones sobre las propiedades especiales inherentes á la forma de nuestro planeta, Elie de Beaumont llega, por sucesivas y lógicas deducciones, á considerar el dodecaedro pentagonal inscrito en la esfera, como el tipo al cual pueden referirse esas series de líneas simétricas, cuyas variadas manifestaciones darían razón de los diferentes accidentes orográ-

¹ En el delicadísimo estudio que hace de esta cuestión, así planteada, procura Elie de Beaumont indagar el modo más sencillo de dividir la esfera, y encuentra, que, con arreglo á sus propiedades especiales, ni sirven al caso los hexágonos regulares, ni los cuadriláteros de ángulos rectos; pero que llena cumplidamente las condiciones de divisibilidad en figuras iguales y regulares, con abundancia de elementos simétricos, un dodecaedro pentagonal, engendrado por cinco círculos máximos, cortándose en un mismo punto en ángulos iguales, y á los cuales vienen á cortar otros cinco círculos máximos, de tal manera que al rededor del primer punto de intersección, queden agrupados cinco triángulos esféricos equiláteros, los cuales, ocupando cada uno exactamente la vigésima parte de la esfera, corresponderán por tanto, á las caras de un icosaedro regular que estuviera inserto en esta. Los cinco triángulos esféricos primitivamente agrupados forman un pentágono esférico, y cuando por medio de otros círculos máximos se juntan de dos en dos las cúspides de este pentágono, trazando las diagonales de los romboides esféricos, estas líneas circunscriben, en rededor de la primera intersección, un pentágono más pequeño, cuya superficie viene á ser exactamente la dozava parte de la de la esfera, y que corresponderá por tanto á la inscripción de un dodecaedro pentagonal regular: de aquí el nombre que afecta la red simétrica adoptada, y que así determinada conduce á una división de la esfera en ciento veinte triángulos esféricos rectángulos, iguales entre sí, y teniendo un ángulo de 36° , otro de 90° y el tercero de 60° . Los ángulos de 36° se agrupan por diez al rededor del centro de los 12 pentágonos que forman á la vez las cúspides del icosaedro; los ángulos de 60° se agrupan por seis al rededor de las cúspides de los pentágonos que corresponden al punto medio de las caras

ficos, y que por su enlace y condiciones especiales constituyen, según la bella expresión que emplea, el inmenso teclado, sobre el cual, desde que la esfera terrestre inició su enfriamiento, ejecuta la Naturaleza sus seculares armonías.

En suma, la teoría de Elie de Beaumont admite como resultado del enfriamiento del Globo compresiones laterales que, con los hundimientos y rellenos correspondientes, concurren á la formación de los variados accidentes orográficos que diversifican la superficie de la Tierra. Y la simetría pentagonal, á la cual se ajusta el conjunto de las moléculas terrestres por más que se oculte tras las caprichosas formas de las configuraciones geográficas, interviene, no tanto y únicamente porque sea en principio el *non plus ultra* de la regularidad,

del icosaedro; y por fin los ángulos de 90° se agrupan en número de cuatro en el punto medio de los lados del dodecaedro.

Constando cada pentágono de cinco lados, que se confunden respectivamente con los correspondientes del pentágono colindante, el número total de los lados del dodecaedro es de 30° , que se agrupan de dos en dos sobre *quince* círculos máximos diferentes. Tal es, con efecto, el número de los elementos primordiales del sistema, que puede aumentarse todavía trazando cierto número de otros círculos subordinados, auxiliares y derivados, extendiendo así la simetría pentagonal, hasta el límite que sea apetecible.

Los quince círculos máximos principales, correspondientes á cinco sistemas de tres planos trazados por el centro, paralelamente á las caras de cinco cubos, se agrupan de tres en tres en sistemas trirrectangulares; y como cada uno tiene por polo en la esfera el punto medio de una de las caras del pentágono, Elie de Beaumont los apellida *círculos primitivos*. Entre los círculos derivados, los que se hallan paralelos á las caras de los octaedros regulares conjugados con los cubos citados, son los *dodecaédricos*; y por *hexatetraédricos* designa los que corresponden á las 24 caras de cada hexatetraedro subordinado á los cubos primitivos.

Los 15 círculos máximos principales debieron constituir desde luego las líneas de más fácil depresión, y quizás estos 15 círculos hubieran sido los únicos que se dibujaran á producirse simultáneamente la totalidad de las arrugas que surcan nuestro globo; pero como su producción ha sido sucesiva, los círculos octaédricos y los demás círculos acosdiares marcan los intermedios, necesarios para el paso de uno á otro de los círculos fundamentales.

sino por consecuencia de los efectos del temple y de la comprensión, productos inmediatos de aquel mismo enfriamiento progresivo. En este sistema, ordenado en sus diversas partes con admirable lógica y singular sencillez, las fuerzas y los elementos que intervienen en la configuración y como tallado de la Tierra, obran constantemente con sus atributos especiales y con arreglo á sus verdaderas propiedades ¹.

Werner, á quien hemos citado anteriormente, en oposición

¹ No es decir por esto, sin embargo, que no dé lugar á ciertas objeciones: algunas se han formulado, y al parecer con algún fundamento; pero no son tales, ni tantas, que invaliden la idea madre, ni justifiquen los rudos ataques de que ha sido objeto: así es que con el tiempo ha venido la reacción natural, y hoy puede decirse que la gran mayoría de los geólogos, comprendiendo toda la grandeza de la concepción de Elie de Beaumont, al diferir en algunos detalles, admiten sin contestación alguna sus ideas fundamentales sobre las contracciones de la corteza terrestre, explicadas por compresiones laterales con sus correspondientes rellenos, y reconocen asimismo cierta regularidad simétrica como ley de esas mismas contracciones.

Entre las objeciones presentadas, una de las de más valer, ciertamente, es la que se refiere al sólido que sirve como tipo, fundándose en que, á priori, existe cierta incompatibilidad entre la forma del dodecaedro pentagonal y la de la Tierra; pues caracterizan al primero la existencia de caras pareadas paralelas que corresponden dos á dos, así como sus vértices, á la extremidad de un mismo diámetro, mientras que no se nota una disposición análoga en los accidentes terrestres, ocurriendo por estas y algunas razones más, el que se propusiera para sustituirle, como punto de partida del sólido simétrico, el tetraedro, que si bien en la forma primitiva se concilia difícilmente con la forma del Globo, puede asimilarse hasta donde se quiera á la figura esférica, sustituyéndole por uno de sus derivados, el hexatetraedro: derivación que se obtiene fácilmente reemplazando cada una de las caras de los triangulares del tetraedro, por una pirámide de base hexágona, cuya cúspide se halla comprendida en la superficie á la esfera circunscrita, y trocando á la vez las aristas rectilíneas por líneas encorvadas; y por tanto las superficies planas en superficies curvas.

Las consideraciones que se desprenden de la forma tetraédrica, justificarían las disposiciones relativas en la superficie del Globo de las masas continentales, y la de los océanos *; explicarían también por las diversas resistencias que por razón de su masa oponen las zonas boreales, ecuatoriales y australes al movimiento de rotación al rededor del eje polar las

* Véase Apéndice B.

á Hutton, apoyado en sus observaciones, había sentado como ley que en una misma comarca los filones contemporáneos y de idéntica composición son paralelos, careciendo de tal paralelismo los que se apartan de una ú otra de aquellas condicio-

singulares desviaciones hacia el E. que presentan los grandes continentes en su parte meridional; y quizás ayudarían igualmente á comprender el porqué, á pesar de la mayor atracción que parece deberían ejercer las montañas sobre el péndulo, se advierte, sin embargo, que en medio de los grandes océanos es donde el mismo péndulo señala un incremento de la fuerza de gravedad *; como si atraído el mar por las protuberancias boreales, se rebajase ó deprimiese, aproximándose algo la superficie líquida al centro de la Tierra.

La simetría tetragonal, propuesta por Sir Lowthian Green, parece agrupar por lo tanto, al rededor de una misma y sencillísima idea, los datos fundamentales de la Geografía física de nuestro Globo, constituyendo un progreso dentro del sistema anterior, del que no se diferencia sino por el sólido que toma como punto de partida: como lo prueban sobradamente las razones que Elie de Beaumont tuvo para adoptar como base el dodecaedro pentagonal, engendrado por los 15 círculos máximos primitivos; en efecto:

La estructura de la red pentagonal, dice, tiene por base el dodecaedro y el hexaedro regulares, así como la de la red triangular hemiédrica el tetraedro. Pero como la red pentagonal comprende además cinco sistemas trirrectangulares, y como sus 15 círculos fundamentales, sin comprender los demás elementos de los cinco sistemas cuadriláteros, á los cuales se refieren estos cinco sistemas trirrectangulares, se bifurcan y se cortan á la extremidad de sus diagonales, es fácil observar que las cuerdas trazadas en la esfera entre puntos convenientes de los 15 círculos máximos fundamentales, formarían las aristas de 5 cubos, de 5 octaedros y 10 tetraedros. El armazón rectilíneo de la red pentagonal con todas las cuerdas que acabamos de indicar, presenta así un conjunto sistemático de estos diferentes sólidos, y forma una especie de compendio metódicamente coordinado de todos los elementos de simetría de los 5 antiguos poliedros regulares. **

La simetría tetragonal entra, pues, en el sistema pentagonal, y había sido tenida en cuenta por su ilustre autor: lo único que ocurrirá, sin duda, y esto habrá de desprenderse cuando esté algo más estudiada, será probablemente, alguna variación en la categoría é importancia relativa de las líneas fundamentales, lo que ni atañe ni altera en su esencia el principio de armonía.

* Véase Apéndice B.

** Elie de Beaumont.—*Note sur les Systèmes de Montagnes.* (pág. 907.)

nes; y Leopoldo de Buch y Humboldt, al estudiar las cordilleras de montañas, notaron concordancias y oposiciones muy marcadas entre los sistemas, ora vecinos, ora lejanos, según que se referían á la misma ó á diversas épocas. Pero Elie de Beaumont avanza más todavía; identifica, con las causas de las contracciones de la corteza terrestre, la serie de revoluciones violentas que las acompañaron; y, sentando los fundamentos de la estratigrafía comparada, establece la ley del paralelismo respectivo de las alineaciones en los grandes fenómenos geológicos.

Las montañas, dice, no se hallan esparcidas al acaso, como las estrellas en el cielo; forman grupos ó sistemas, en cada uno de los cuales, minucioso y detenido examen permite descifrar elementos concitados bajo un orden general de que no ofrecen rastro alguno las constelaciones celestes.

Y, aventurada esta afirmación, harto absoluta quizás por lo que atañe á los innumerables mundos que pueblan el Universo, y cuya disposición armónica, apenas ya columbrada, ocultan probablemente todavía á nuestra pequeñez los inconmensurables espacios que de ellos nos separan, Elie de Beaumont pasa á definir lo que entiende por sistema de montañas: conjunto de ondulaciones del terreno, más ó menos numerosas y de muy variada elevación, análogamente orientadas, y distribuidas en líneas proximamente paralelas sobre extenso territorio formando multitud de sierrecillas y de accidentes topográficos, en observancia de cierto principio de unidad que revelan los rasgos de su historia, y asimismo la causa primera de su existencia.

Y como, al surgir tan poderosas moles, la corteza terrestre hubo de experimentar necesariamente las correspondientes alteraciones, se pregunta Elie de Beaumont si estos trastornos sucesivos llegarían quizás á identificarse á su vez con aquella serie de convulsiones violentas, consecuencia inmediata de la contracción por enfriamiento de la corteza de nuestro Globo,

que en los terrenos de sedimento se marca por líneas fronterizas bien distintas, como si, en pos de cada una, nuevos elementos de vida señalaran los cambios acaecidos en el régimen y en los límites de los mares por los levantamientos sucesivos de las montañas.

Partiendo de la correlación de estas diversas fases de un mismo fenómeno, recuerda Elie de Beaumont la constancia de las direcciones medias que ofrecen las capas levantadas sobre extensiones, á veces inmensas: hecho tan repetidas veces comprobado que los mineros en sus investigaciones lo erigen en principio, y cuya generalidad induce á referir á una misma acción mecánica las dislocaciones características de los países de montañas, dirigidas en un mismo sentido, en tanto que se atribuyen á fenómenos distintos é independientes las que afectan distintas direcciones. Y, recordando con este motivo las observaciones de Werner, de Deluc, de Humboldt y de todos los geólogos que con más especialidad se han ocupado de la estructura de las montañas, y fundándose en todas las observaciones anteriores, así como en las suyas propias, disecando, por decirlo así, y analizando con arte prolija el conjunto completo de tan numerosos materiales, deduce por fin, como principio y ley:

Que en cada comarca las capas sedimentarias inclinadas y las crestas á que han dado origen, no se hallan orientadas al acaso, sino coordinadas en número limitado de direcciones generales, constituyendo en conjunto un hecho de igual categoría al de las formaciones independientes y al de los horizontes geognósticos que se distinguen entre los términos diversos de los terrenos de sedimento, cuando se consideran las variaciones manifiestas de yacimiento, naturaleza y dirección de sus capas y las diferencias de los restos vegetales y animales que contienen.

Relacionando entonces ambas clases de hechos, prueba su coincidencia con ejemplos tantas veces repetidos, que autorizan á deducir el paralelismo de las arrugas y fracturas terrestres contemporáneas; su enlace en cada comarca con las variaciones en la esencia y yacimiento de los depósitos sedimentarios; y la correlación de estas dos series de hechos intermitentes, á cuya acción mutua y combinada se deben los cambios ocurridos en la superficie de nuestro planeta.

Tales son, brevemente reseñados, los principios que hemos querido recordar, y que, cualesquiera que sean las modificaciones de detalle que puedan ocurrir en lo porvenir, quedarán siempre como la expresión más sencilla del sistema orgánico que ha debido presidir á la constitución física del planeta, y á la vez como el título más preclaro del genio poderoso que durante más de medio siglo ha señalado los derroteros seguros por donde ha de dirigirse el estudio de la constitución de la Tierra. Trataremos ahora de aplicar estos mismos principios al examen de nuestro propio suelo, con el fin de ver si tomándolos por guía, acertamos á descifrar la estructura del intrincado laberinto de sus valles y montañas, y reducirla á sistema, ó cuando menos vislumbrar la ley en ella dominante.

Cuando atendiendo al punto de vista orográfico se considera una comarca, sea cual fuere su extensión, dos series de accidentes principales resaltan en primer término, refiriéndose una á las prolongadas líneas de crestas que, dibujándose sobre el fondo del cielo, limitan el territorio en diversos sentidos, señalando sus fronteras naturales; y otra á las líneas rigurosamente divisorias de las aguas, desde donde se dirigen éstas en opuestos sentidos, para formar las llamadas cuencas hidrográficas.

En realidad estos accidentes, manifestaciones diversas de

una misma causa, se unen y compenetran, concurriendo frecuentemente á un fin común; pero es de notar que, si bien las divisorias, ó líneas secas, constituyen un rasgo de menos bulto y apariencia que las líneas de cresta, su carácter es en realidad más persistente y esencial, pues en tanto que éstas marcan límites más aparentes que verdaderos por cortarlas y atravesarlas con frecuencia las corrientes fluviales, las primeras no se prestan nunca á confusión alguna, destacándose constantemente con tal claridad, que hasta el más rudo fácilmente las señala. Y es que mientras las moles montañosas, batidas por las lluvias, azotadas por los vientos, hendidas por los hielos, y sometidas á la acción continua de todos los agentes atmosféricos, se desmoronan poco á poco y se transfiguran notablemente en la sucesión de los siglos, llegando hasta separarse del sistema á que pertenecían, las líneas divisorias permanecen tan íntimamente adheridas al suelo que accidentan, que, aun al ocurrir nuevos movimientos de la corteza terrestre, ó subsisten sin grandes variantes, ó se trasforman, entrando entonces sus direcciones primordiales como factores, y factores importantísimos, en las nuevas contracciones que experimenta el suelo: motivos sobrados, á nuestro juicio, para reconocer su primacía y justificar la preferencia que nos induce á tomarlas como base y punto de partida del presente estudio.

Definiendo, pues, las cuencas hidrográficas por el conjunto de las líneas secas que determinan la afluencia de las aguas á un mismo cauce principal, consideramos nuestro territorio dividido en trece principales: cinco de primera magnitud: las de los ríos Duero, Ebro, Tajo, Guadiana y Guadalquivir, comprendidos sus respectivos afluentes; y las restantes de menor importancia, originadas por las aguas que vierten al Mundo y Segura; al Júcar y Cabriel; al Turia, Palancia y Mijares; al Miño y Sil; al Sado y Odemira; al Tambre y Ulla; al Fluviá y

Ter; y, por último, al Tordera, Llobregat y Francolí. Añadiendo á estas cuencas las porciones que ocupan las vertientes septentrionales de los montes Cantábricos, las meridionales de la cordillera Penibética, y las de la sierra de Monchique, resultará abarcada toda la superficie de nuestra Península, que, limitada por dos extensos mares y amplísimo istmo, representa un polígono fácil de reducir á su expresión más sencilla por medio de un trapezoide, sobre cuyo lado meridional aparece como adicionado un pequeño triángulo que casi toca por su vértice al continente africano.

Dentro de este recinto, ciñendo estas cuencas con sus dilatadas planicies y altos páramos, se elevan multitud de cordilleras, sierras y montes, para formar el llamado *sistema Hespérico*, enlazado por el Pirineo con lo restante de Europa.

En tres regiones suele dividirse el sistema Hespérico: la *Septentrional*, la *Central* y la *Meridional*; pero de estas dos últimas segregaremos, sin embargo, la región montañosa *Oriental*, para considerarla independientemente: porque, cortando toda la Península en sentido casi de Norte á Sur, y separando las aguas mediterránicas de las oceánicas, juega papel harto importante en nuestra orografía para no responderle mención especial.

Forma la *región Septentrional* la cordillera Cántabro-Pirenáica, que más adelante, al estudiarla, descompondremos en diversos trozos, y que desde Braga, Finisterre y el Teleno, ó antiguo monte Medulio, se extiende hasta el Cabo de Creus.

Constituyen la *región Central*:

1.º La cordillera que desde Sierra de la Estrella corre á terminar por Peña de Francia, Gredos y Guadarrama, en las ramificaciones del Moncayo ó Monte Idúbeda.

2.º Los *Montes Carpetanos* ó de Toledo, límite meridional de las aguas del Tajo ¹.

Y 3.º la célebre *Sierra Mariánica*, que, á pesar de su notoriedad, merece apenas ser citada por su escasa altitud.

Ocupa la *región Meridional* la más importante de estas cordilleras por su elevación: aquella que los romanos, con el admirable conocimiento que mostraron de nuestro territorio, designaban en sus diversos tramos con el nombre de *Mole Oros-pedana*, y que desde Tarifa hasta Sierra Sagra, forma una sola masa, labrada profundamente por las influencias atmosféricas.

Y en fin, por *región Oriental*, ó cordillera Ibérica, designamos la mole que, extendiéndose desde el Chullo, en Sierra-Nevada, por Sierra-María, Sierra-Sagra y Sierra-Alcaraz, se enlaza por las altas planicies manchegas con la otra enorme mole del Idúbeda, que llega hasta el nacimiento del Ebro, marcando con la divisoria de ambos mares el accidente orográfico, quizás de mayor importancia de todo nuestro sistema.

Estas cordilleras no son, como ya lo iremos indicando, de igual importancia: sobresalen la Pirenáica y Cantábrica, al Norte, y la Penibética, al Mediodía; luego sigue, entre las centrales, el conjunto de montes escalonados que conocemos con los diversos nombres de Sierras de Guadarrama, Gredos, Gata, Estrella y Cintra, que los árabes designaban sólo por la *Sierra*, sin más apelativo, así como al río Betis llamaban el Gran Río (Gued-el-Kebir), y que mis ilustres amigos, D. Aureliano Fernández Guerra y D. Eduardo Saavedra, abarcan en su totali-

¹ Suele llamarse indebidamente *Oretana* la cordillera de los montes de Toledo, por cuanto la Oretania empezaba bastante más al S., y debiera aplicarse más bien su nombre á los montes Mariánicos que comprendía en gran parte entre sus límites; así como la Carpetania encerraba todos los de Toledo en sus cúspides más altas, desde el Puerto de San Vicente á la Calderina.

dad con el nombre de la *Serrática*; y, por fin, sembrados aquí y allá, en puntos nodales, nacidos de direcciones encontradas, ó de impulsiones de mayor pujanza, levantan sus cumbres á más de 2000 metros: en el Norte, Moncalvo, Teleno, Miravalles, Braña-Caballo, Mampodre, Espiguete, Los Picos de Europa, Brañosera, Orhi, Anie, Bigorre, Troumouse, Cotiella, Turbón, Crabère, Rouges, Madrés, y Liouses; en el centro, Calvitero, Almanzor, Serrota, Hierro, y Ocejón; en la cordillera Ibérica, San Millán, Urbión, Cebollera, Moncayo, Javalambre, Peñarroya, Sierra-Sagra, Rebolcadores, y Sierra-María; y, por fin, al Mediodía, la Mágina, Sierra-Tejada, la Alcazaba, Santa Bárbara, el Chullo, el Almirez, y la Tetica de Bacaes: sobresaliendo por cima de todas las eminencias de la Península, Mulhacen y el Picacho de Veleta, á las que sólo se aproximan en el extremo opuesto pirenaico, Baletous, Montcal, Troumouse y Maupas.

Tal cúmulo de Montañas, Sierras y Cordilleras, entre las cuales no citamos más que las principales, amontonadas precisamente en regiones determinadas, nos inducirá á observar, como circunstancia digna de nota, que mientras hacia el Norte, las cuencas que limitan, se hallan rodeadas de moles imponentes, entre las cuales Duero y Ebro, y hasta el mismo Tajo, parecen como aprisionados, abriéndose penosísimo paso hasta sus mares respectivos, á partir de la Cordillera Serrática hasta la Orospedana, esto es, desde el centro, próximamente, hasta el Mediodía, los montes humillan sus altitudes, y abren anchos senos hacia el Sur y el Occidente.

Las cuencas mismas, que al enlazarse el Oróspeda y el Idúbeda determinan las vertientes occidentales de este último, participan de iguales caracteres, formando accidentadas y dilatadas planicies, por las cuales Guadalquivir, Guadiana, Tajo, Duero y Ebro se deslizan hasta los montes que les sirven de

respectivas barreras por pendientes que alcanzan apenas el uno y medio por ciento ¹, cuando todas las demás corrientes que se dirigen al Mediterráneo bajan tumultuosamente, abriéndose paso entre formidables acantilados, como las hoces de Cuenca, de Chulilla y de Cofrentes: de modo que, si para reconstituir los niveles de las diversas planicies retrocediéramos con el pensamiento á la época que precedió al inmenso trabajo de erosión en tan grande escala desarrollado, hallaríamos, marchando del Sur al Norte, altitudes de 400 metros, para el valle del Guadalquivir; de 700 á 800 metros, para el del Guadiana, Tajo y Ebro; de 800 á 900 metros, para el Duero; sólo de unos 300, para las demás planicies occidentales, y escasamente de unos 50 ó 100 para la del Segura en su región más meridional: estableciendo así la sucesiva gradería, por la cual se asciende

¹ La divisoria entre Ebro y Duero en el Estrecho de Pancorbo, y la del Duero en Almazán, al desembocar en la cuenca por donde se dirige al mar, es de unos 900 metros, descendiendo á 600, después de recorrer unos 265 kilómetros, en la entrada de los desfiladeros algo más allá de Zamora, que le abren paso al Atlántico. El Tajo, desde que abandona los montes que le sirven de cuna hasta Talavera de la Reina, donde se encajona para atravesar por entre los montes de Toledo, presenta un desnivel de 254 metros, en un trayecto de 195 kilómetros. El Guadiana, que corre casi insensiblemente en los 75 kilómetros que median desde los célebres Ojos hasta su entrada en los montes, mide desde este punto á Badajoz, donde tuerce violentamente hacia el Sur, en un trayecto de 250 kilómetros, 545 metros de desnivel. El Guadalquivir á su vez que corre, más bien en estrecho valle que en cuenca verdadera, tiene 673 metros de desnivel, desde el Tranco de Cazorla, hasta su llegada á Sevilla, 290 kilómetros más allá. Y el Ebro, por fin, en el largo trayecto de más de 827 kilómetros, que desde la divisoria con Castilla la Vieja llega al estrecho del Pas del Ase, sólo marca 400 metros de desnivel.

Las pendientes de estos diversos ríos son, pues, en los citados trayectos:

Para el Duero entre Almazán (942^{ms.}) y Zamora (696^{ms.}), de 1.68.
 Tajo, entre la Isabela (638^{ms.}) y Talavera (384^{ms.}), 1.30.
 Guadiana, entre el principio de la Sierra (700^{ms.}) y Badajoz (155^{ms.}), 1.36.
 Guadalquivir, entre el Tronco de Cazorla (679^{ms.}) y Sevilla (6^{ms.}), 2.03.
 Ebro desde Miranda (432^{ms.}) al Pas del Ase (32^{ms.}) 1.21.

á nuestras mesetas centrales, y el rápido descenso que distingue, por lo común, la región oriental de la occidental.

Algunos números sobre la extensión que ocupan aproximadamente las diversas altitudes de nuestro territorio, servirán para fijar las ideas, prestando cabal remate á las rapidísimas indicaciones orográficas que apuntamos.

De los 585959 km. ² que mide la Península:

229490	—	pueden considerarse á la altitud de	0 ^m á 500.
264480	—	—	500 á 1000.
91989	—	por cima de	1000

Las porciones de territorio comprendidas en esta última clase son las que por sus condiciones especiales consideramos como constituyendo real y verdaderamente las Sierras: debiendo, según nuestros cálculos, atribuirse al conjunto de la Península la altitud media de 660 metros ¹, igual á la de una planicie que casi al nivel mismo de la capital se extendiera por todo el territorio hasta dar con sus actuales límites. Esta altitud es algo menor de la que por falta, sin duda, de datos suficientes asigna á España el sabio Leiboldt en su cuadro fisiográfico ², sin que por ello deje de figurar nuestro país como la región más montuosa de toda Europa, después de la Suiza, avivándose así el interés que presenta la investigación de las leyes de sus complicados sistemas de montañas.

¹ La altitud media de la Península es, según nuestros cálculos, de 660^m,02, y alcanzaría 661^m,55 al abarcar en su recinto toda la parte de los Pirineos Franceses desde la curva de los 500^m, esto es, siguiendo la prolongación de la costa Cantábrica hasta llegar al Mediterráneo.—La altura del Observatorio Astronómico de Madrid es de 655^m.

² Ap. C.

Lo excepcional de este mismo relieve, muestra asimismo cuán ancho campo han tenido para manifestar su acción los agentes atmosféricos y la escala verdaderamente maravillosa en que han debido producirse los derrumbes, desgajes, erosiones y rellenos. Pero estos efectos, consecuencia necesaria de la estructura general, no tienen ahora para nosotros interés dominante; pues para el estudio que nos hemos propuesto, concretaremos las investigaciones, como ya queda dicho, á las consideraciones derivadas del sesgo de las divisorias, indagando si sus direcciones marchan sin orden ni concierto, ó bien si por la inversa se ajustan, relacionan ó coordinan en cierto número de orientaciones determinadas.

Con este objeto, recorreremos ¹ paso á paso las líneas secas de las principales cordilleras, la vaguada de los lechos fluviales y las líneas fronterizas entre nuestras costas y los mares que las bañan, reuniendo, por fin, en el siguiente cuadro sinóptico los resultados obtenidos, en que se sintetiza el estudio referido.

¹ Véase Ap. D.

CUADRO SINÓPTICO DE LA EXTENSIÓN Y DIRECCIÓN

DE LOS PRINCIPALES ACCIDENTES OROGRÁFICOS DE LA PENÍNSULA HESPÉRICA.

NOMBRE DE LOS ACCIDENTES OROGRÁFICOS.		LONGITUD		DIRECCIONES		CÍRCULOS MÁXIMOS DE COMPARACIÓN DEL PENTAGONO EUROPEO.	
		TOTAL — Km.	PARCIAL — Km.	GENERALES. " "	PARCIALES. " "	NOMBRE DE LOS CÍRCULOS.	RUMBO REFERIDO A MADRID.
SIERRAS Y CORDILLERAS.							
GRANDES DIVISORIAS.							
I	DIVISORIA SEPTENTRIONAL HESPÉRICA.						
	DIV. DE LOS MONTES VÍNDICOS Y VÁRDULOS.	1220	780	E 0° 30' N		Prim. del Land's end.	E 6° 51' 33" 30 N
	" " " PIRINEOS.		440	E 2° 58' N		Prim. del Land's end.	E 6° 50' 33" 30 N
	" " " MEDULIOS.		280	O 8° 13' N		Octaed. del Monte Sinaí.—Pirineos.	O 12° 39' 37" 04 N
II	DIVISORIA SERRÁTICA Ó DIVISORIA ENTRE DUERO Y TAJO.	790		E 31° 30' N		Trapez. <i>Tc</i> .—Hundsrück.	E 38° 37' 32" 87 N
	DIV. LUSITANA Ó SIERRA DE CINTRA.		150	N 32° 35' E		Hexatet. <i>HaTTa</i> . Erymanto.—Balear.	E 36° 8' 51" 31 N
	" HERMÍTICA Ó SIERRA ESTRELLA.		110	E 38° 34' N		Bisector <i>DH</i> .—Montseny.	N 30° 23' 37" 66 E
	" SIERRA DE GATA.		105	E 35° N		Hexatet. <i>HaTTa</i> . Erymanto.—Balear.	E 36° 8' 51" 31 N
	" SIERRA DE GREDOS Y SIERRA GUADARRAMA.		410	E 34° 24' N		Hexatet. <i>HaTTa</i> . Erymanto.—Balear.	E 36° 8' 51" 31 N
III	DIVISORIA CARPETO-LALETANA.	1340		E 23° 48' N		Trapez. <i>TTbbc</i> .—Sancerrois.	E 29° 46' 32" 25 N
	DIV. CARPETANA Ó DIVISORIA ENTRE TAJO Y SADO.—TAJO Y GUADIANA.		860	E 23° 48' N		Trapez. <i>TTbbc</i> .—Sancerrois.	E 29° 46' 32" 25 N
	" ENTRE SADO Y GUADIANA.		202	N 10° 15' O		Bisector <i>DH</i> .—Norte de Inglaterra.	N 6° 56' 24" 36 O
	" LALETANA Ó DIVISORIA ENTRE EBRO, TER, LLOBREGAT, FLUVIÁ.		480	E 23° 46' N		Trapez. <i>TTbbc</i> .—Sancerrois.	E 29° 46' 32" 25 N
IV	DIVISORIA DE LOS MONTES DEL IDÚBEDA.	680		O 7° 24' N		Octaed. del Monte Sinaí.—Pirineos.	O 12° 39' 37" 04 N
	DIV. DE LOS MONTES DE URBIÓN Y MONCAYO.		195	O 12° 15' N		Octaed. del Monte Sinaí.—Pirineos.	O 12° 39' 37" 04 N
	" DE LOS MONTES UNIVERSALES Y DE ALBARRACIN.		250	N 18° 42' E		Prim. de Nueva Zembla.—Rhin.	N 12° 53' 17" 92 E
	" DE LOS MONTES PALOMERA, SAN JUST Y PEÑARROYA.		190	N 8° 6' E		Prim. de Nueva Zembla.—Rhin.	N 12° 53' 17" 92 E
	QUIEBRA DEL IDÚBEDA.		260	N 5° O		Círculo auxiliar.—Valle del Ródano.	N 7° 16' 2" 26 O
V	DIVISORIA MARIÁNICA-CONTESTANA-BALEAR.	1403		E 11° 37' N		Trapez. <i>Tb</i> .—Tatra.	E 13° 7' 1" 04 N
	DIV. SIERRA MONCHIQUE.		130	E 9° 43' N		Prim. del Land's end.	E 6° 51' 33" 30 N
	" DE SIERRA MORENA Ó MARIÁNICA.		565	E 10° 10' N		Prim. del Land's end.	E 6° 51' 33" 30 N
	" DE LOS MONTES CONTESTANOS.		285	E 23° 50' N		Hexatet. <i>Hbaad</i> .—Alpes principales.	E 23° 13' 31" N
	" CORDILLERA SUB-MARINA BALEAR.		423	E 21° 18' N		Dodec. rom. ¹ <i>HIT</i> .—Eje volc. ^o Mediter.	E 21° 35' 53" N
VI	DIVISORIA INTER-OCEÁNICA-MEDITERRÁNEA.	1570		N 1° 47' E		Prim. de la Nueva Zembla.—Rhin.	N 12° 53' 17" 92 E
	DIV. MERIDIONAL HESPÉRICA Ó DIVISORIA ORÓSPEDANA.		560	E 22° 48' N		Eje volcánico mediterráneo.	E 21° 35' 53" N
	" DE LOS M. ^{os} BARBESIOS, ILÚPULA, SOLARIOS, BASTENANOS Y DEITANOS.		560	E 7° 1' N		Prim. del Land's end.	E 6° 51' 33" 30 N
	" IBÉRICA.		1040	N 5° 40' O		Bisector <i>DH</i> .—Norte de Inglaterra.	N 6° 56' 24" 36 O
	" DE LOS MONTES VÁRDULOS Y PIRINEOS.		580	E 0° 22' S		Prim. del Land's end.	E 6° 51' 33" 30 N
PEQUEÑAS DIVISORIAS.							
	DIV. ENTRE TAMBRE, ULLA Y MIÑO.	220		E 14° 45' N		Hexat. <i>HaTTa</i> .—Ind. Turq. España.	E 10° 13' 12" 23 N
	Coba.—Santa Tecla.		60	N 3° 45' O		Bisector <i>DH</i> .—Norte de Inglaterra.	N 6° 56' 24" 36 O
	Coba.—Faro.		160	N 41° 20' E		Prim. de Lisboa.	N 44° 28' 5" 93 E
	Faro.—Santa Tecla.		210	N 7° 53' O		Bisector <i>DH</i> .—Norte de Inglaterra.	N 6° 56' 24" 36 O
	" ENTRE TURIA, CABRIEL Y JÚCAR.		70	N 10° 20' O		Bisector <i>DH</i> .—Norte de Inglaterra.	N 6° 56' 24" 36 O
	" ENTRE ALMANZORA Y ALMERÍA.						
RIOS.							
RIOS PRINCIPALES.							
	DUERO.	726		O 11° 58' S		Trapez. <i>Tb</i> .—Tatra.	E 13° 7' 1" 04 N
	TAJO.	825		O 15° 22' S		Trapez. <i>Tb</i> .—Tatra.	E 13° 7' 1" 04 N
	Entre Aranjuez y Abrantes.		440	E 7° 49' N		Trapez. <i>Tb</i> .—Tatra.	E 13° 7' 1" 04 N
	Entre su nacimiento y Aranjuez, y entre Abrantes y el mar.		385	E 22° 0' N		Hexatet. <i>Hbaab</i> .—Alpes principales.	E 23° 13' 31" N
	GUADIANA.	725		O 25° 48' S		Hexatet. <i>Hbaab</i> .—Alpes principales.	E 23° 13' 31" N
	El Guadiana alto desde las lagunas de Ruidera.		105	N 45° 50' O		Diagonal <i>IB</i> .—Montserrat.	N 44° 10' 4" 97 O
	Desde la afluencia del Guadiana alto á Badajoz.		390	E 5° 50' N		Prim. del Land's end.	E 6° 18' 33" 30 N
	Desde Badajoz al mar.		230	N 9° 15' E		Prim. de la Nueva-Zembla.—Rhin.	N 12° 53' 17" 92 E
	GUADALQUIVIR.	510		O 20° 42' S		Hexatet. <i>Hbaab</i> .—Alpes principales.	E 23° 13' 31" N
	Desde el nacimiento del río á Cantillana.		386	E 12° 55' N		Hexatet. <i>HaTTa</i> .—Ind. Turq. España.	E 10° 13' 12" 23 N
	Cantillana al mar.		124	N 22° 30' E		Trapez. <i>Tabc</i> .—Longmind.	N 21° 29' 26" 56 E
	EBRO.	720		O 40° 50' N		Diagonal <i>IB</i> .—Montserrat.	N 44° 10' 4" 97 O
RIOS SECUNDARIOS.							
	TAMBRE.	70		O 22° 10' S		Trapez. <i>TDb</i> .—Finisterre.	E 20° 20' 48" 71 N
	ULLA.	80		O 28° 37' S		Trapez. <i>TDb</i> .—Finisterre.	E 20° 20' 48" 71 N
	MIÑO.	233		O 44° 45' S		Trapez. <i>Tc</i> .—Hundsrück.	E 38° 27' 42" 87 N
	SIL.		140	O 16° 52' S		Trapez. <i>TDb</i> .—Finisterre.	E 20° 20' 48" 71 N
	FLUVIÁ.	70		E 6° S		Trapez. <i>TDb</i> .—Ballons.	O 6° 51' 36" N
	TER.	140		E 33° 37' S		Prim. de San Kilda.—Thuringerwald.	O 29° 46' 57" 46 N
	LLOBREGAT.	125		E 13° 45' N		Trapez. <i>Tb</i> .—Tatra.	E 13° 7' 1" 04 N
	FRANCOLE.	42		S 18° E		Diametral <i>Dac</i> .—Forez.	E 21° 46' 5" 83 O
	MILANES.	110		E 25° 30' S		Prim. de San Kilda.—Thuringerwald.	O 29° 46' 57" 46 N
	PALANCA.	62		E 10° S		Octaed. del Sinaí.—Pirineos.	O 12° 39' 37" 05 N
	TURIA.	215		S 40° 55' E		Diagonal <i>IB</i> .—Montserrat.	N 44° 10' 4" 97 O
	JÚCAR.	370		S 41° 52' E		Diagonal <i>IB</i> .—Montserrat.	N 44° 10' 4" 97 O
	CABRIEL.		185	S 18° O		Bisector <i>DH</i> .—Norte de Inglaterra.	N 6° 56' 24" 36 O
	SERPIS.	60		N 41° 30' E		Diametral <i>Dac</i> .—Côte d'Or.	N 41° 26' 7" 81 E
	VINALAPÓ.	80		E 38° 15' S		Prim. de San Kilda.—Thuringerwald.	O 29° 46' 57" 46 N
	SEGURA.	220		E 26° 53' S		Prim. de San Kilda.—Thuringerwald.	O 29° 46' 57" 46 N
	MUNDO.		76	E 20° 30' S		Círculo auxiliar.—Alpes marítimos.	O 19° 57' 58" N
	ALMANZORA.	90		E 19° S		Círculo auxiliar.—Alpes marítimos.	O 19° 57' 58" N
	ALMERÍA.	96		E 35° 30' S		Trapez. <i>Tla</i> .—Morbihan.	O 38° 22' 10" 90 N
	ADRA.	43		S 24° 30' E		Prim. del Etna.—Tenaro.	N 23° 8' 21" 63 O
	GUADALHORCE.	160		S 34° 22' O		Diametral <i>Dac</i> .—Côte d'Or.	N 41° 24' 7" 81 E
	GUADIARO.	90		S 26° 50' O		Bisector <i>DH</i> .—Montseny.	N 30° 25' 37" 66 E
COSTAS.							
	COSTA NORTE.	660		E 0° 18' N		Prim. del Land's end.	E 6° 51' 33" 30 N
	SUR.	730		E 2° 36' N		Prim. del Land's end.	E 6° 51' 33" 30 N
	" OCCIDENTAL.	790		N 9° 0' O		Bisector <i>DH</i> .—Norte de Inglaterra.	N 6° 56' 24" 36 O
	" ORIENTAL.	910		N 38° 17' E		Bisector <i>DH</i> .—Montseny.	N 30° 25' 37" 66 E

ESQUEMA

DE LA

CONSTITUCION OROGRAFICA

de la

PENINSULA HESPERICA

Construido sobre la

parte correspondiente de la Red Geodésica Europea

por

D. FEDERICO DE BOTELLAY DE HORNOS.

—||—



Resumiendo este estudio, harto árido para obligaros á seguirme por tal camino, y sintetizando los resultados obtenidos y expuestos en el cuadro que precede, resulta:

1.º Que, á pesar de las numerosas causas secundarias que con el trascurso del tiempo alteran y modifican en el mundo físico los efectos primordialmente producidos, basta partir de ciertos principios concretos, naturales y bien definidos, para que la multitud, diversidad y complicación de accidentes orográficos que caracterizan nuestro suelo, llegue á resolverse en sólo unas 18 orientaciones, que, distintas, claras y determinadas, se cruzan, se combinan y se repiten en ondulaciones paralelas, ó en trazos rectangulares, señalando, á la vez que los rumbos dominantes, los desvíos y los puntos nodales que por trechos sobresalen en nuestras cordilleras.

2.º Que, considerando sobre un mapa (*Fig. 1.ª*) las principales direcciones, éstas se ordenan dentro del trapecioide que circunscribe la Península, según unas cuantas trasversales, con rumbo general de SO. al NE., cortadas en sentido sensiblemente de N. á S., por otra línea cuyo trazo, en la prolongación exacta de las costas de Gascuña, marca en cierto modo, como el eje dominante de todo nuestro sistema montañoso, pues á más de señalar la divisoria entre ambos mares, sus paralelas dibujan con toda exactitud el extremo occidental del cuadrilátero, y se repiten por el interior en multitud de otros accidentes de menor importancia.

Y 3.º Que al cotejar las orientaciones así determinadas, con los rumbos correspondientes á los círculos máximos de comparación del pentágono europeo, calculado á priori por Elie de Beaumont, con arreglo á su teoría general de las leyes del enfriamiento terrestre, existe entre unas y otras tan exacta correlación y tal identidad, que es verdaderamente asombrosa la coincidencia de resultados obtenidos inde-

pendientemente por métodos y caminos tan diversos, evidenciándose por tal manera, á la par que la sencillez de los procedimientos puestos en juego por la Naturaleza y las leyes á que obedece en sus más complicados resultados, los firmísimos fundamentos del sistema por medio del cual el gran Maestro, cuyo genio poderoso pudo concebirlo, llegó á prescribir y determinar de antemano hechos entonces desconocidos, y cuyo empírico conocimiento había de ser obra de largas y penosísimas investigaciones.

Otra consecuencia se desprende todavía del cuadro analítico en que sintetizamos los resultados obtenidos; y es el íntimo enlace que establece entre la contextura del suelo y la disposición de los diversos trazos señalados por aquellos movimientos orogénicos que con el nombre de levantamientos significan, no un hecho local, sino las múltiples acciones á que dan lugar las contracciones de la corteza terrestre al amoldarse á su núcleo interior, amenguado por el enfriamiento secular.

Tan íntima es esta relación, que, partiendo de los hitos ó columnas miliarias por tal manera revelados, y comparándolos con aquellos otros datos que nos suministran los cambios acaecidos en cada una de las grandes revoluciones porque ha pasado nuestro Globo, se marcan derroteros, se aclaran sucesos, se señalan fechas y se desvanecen muchas dudas del oscuro cronicón que venimos delectando.

Así vemos cómo en derredor de aquellos solitarios, dispersos y tristes islotes acumulados principalmente en las regiones del NO., y envueltos en densísima niebla, que constituían los primitivos rudimentos del suelo ibérico, se dibujan en direcciones determinadas, y en tiempo oportuno, nuestras principales cordilleras ⁴; se levantan los ricos depósitos carbonífe-

⁴ El *Levantamiento del Land's end* empieza á dibujar marcadamente las cordilleras Cantábrica y Pirenáica en el Norte; la Serrática y la Mariánica

ros; y se recorta el cuadrilátero de la Península: cómo, después de transformaciones sucesivas, nacen aquellas grandes lagunas interiores de Duero y Ebro, y la de Tajo, Júcar y Guadiana, que ocupaban, próximamente, la quinta parte de la actual superficie, y que ceñidas todas tres por dilatado cerco de montes y sierras, favorecidas por clima más cálido y lluvias más abundantes, presentaban los más brillantes y pintorescos paisajes, embellecidos por las floras tropicales, confundidas con las cálidas y templadas, y animados por numerosos y peregrinos rebaños de hipparios, ciervos, elefantes y mastodontes.

hacia el centro, apartando de su horizontalidad las ricas capas carboníferas en ambas vertientes de las dos primeras y también en Tamajón, Belmez y Puertollano en las segundas; en tanto que los tramos inferiores del citado terreno constituían en la región del Sur los Algarbes, el Alentejo y la Bética en su casi totalidad, extendiéndose por ambos lados de la potente Sierra Nevada.

El *Levantamiento del Norte de Inglaterra* traza los primeros lineamientos de la costa occidental de la Península que recorta luego más señaladamente el *Primitivo del Rhin*; este último, á la vez que inicia la quiebra en donde de Badajoz á Ayamonte había de correr el Guadiana, alza en sus comienzos el largo valladar destinado en su día á contener hacia poniente los grandes lagos terciarios de Duero, Tajo y Guadiana, y dividiendo en alineaciones paralelas las diversas crestas del Idúbeda, echa los fundamentos de lo que andando el tiempo debía llegar á ser el gran eje Ibérico.

Obedeciendo al *Levantamiento de Montseny* surge la larga costa oriental de Gibraltar á Cabo Creus, cuyos interrumpidos cantiles modifican luego el *levantamiento de la Côte d'or* y algunas otras contracciones posteriores.

La cordillera Serrática que en eslabones paralelos corre por Sierra de la Estrella, Sierra de Gata y Sierra de Guadarrama hasta tropezar con la inmensa mole del Idúbeda toma su relieve del *círculo del Erymantho*.—El del *Sancerrois* influye desde Cabo Espichel al Pirineo, para trazar la larga Sierra Carpeto-Laletana cerrando la cuenca del Tajo y separando asimismo del Mediterráneo la cuenca del Ebro, cuyo límite meridional había dejado trazado el *Octáedrico del monte Sinat*, por aquellos tiempos en que los sedimentos numulíticos alcanzaban las mayores alturas en las vertientes pirenaicas; y algo más tarde bajo el impulso del *Círculo del Valle del Ródano* se abre la gran quiebra del Idúbeda, estableciéndose el paso por donde comunicaron entre sí las grandes lagunas terciarias de Ebro y Guadiana.

Por fin los *Levantamientos del Tenaro* y el *del Eje volcánico mediterráneo* obrando de consuno, dan cabal remate á la estructura orográfica de toda la Península; entonces alcanza su relieve total el Eje Ibérico, acarreado

Llegamos á descifrar asimismo cuándo hubo de ocurrir la gran quiebra que entre Ebro y Júcar separó en dos trozos la inmensa mole del Idúbeda, y cómo, al tomar su relieve final el eje ibérico, que de Cabo de Gata á Maranges, divide actualmente las aguas de ambos mares, el inmenso caudal de los lagos interiores, roto el equilibrio que los mantenía, refluvió violentamente, atropellando todos los obstáculos hacia Oriente y Occidente, en tanto que se rompían á la vez los últimos lazos que nos unían por S. y NO. con otros territorios; apareciendo desde entonces nuestra Península en la forma y límites que hoy tiene,

el desagüe de todas las grandes lagunas interiores; al marcar las ondulaciones paralelas que distinguen la mole Orospedana, se dibuja la cordillera submarina que señala el enlace con las Baleares, se rompe el estrecho de Gibraltar entre Calpe y Abila, y en tanto que inmensos depósitos diluviales esparcidos en lugares determinados dejan los rastros indelebles de las últimas convulsiones, aparece totalmente aislada la Península de los demás territorios que le fueron agregados, salvo hacia el extenso istmo que la enlaza con lo restante de Europa.

En el Esquema unido á este estudio, y para el cual me he valido del precioso mapa de la red Geodésica Europea, del Coronel italiano D. Aníbal Ferrero, que acompaña la contestación del Excmo. Sr. General D. Carlos Ibáñez al discurso del académico D. Joaquin Barraquer, se figuran con líneas de trazos las divisorias de las principales cordilleras, y con líneas rojas las direcciones que su análisis nos ha revelado, resaltando bien á las claras al considerar juntamente unas y otras el enlace que resulta entre todas ellas y las leyes á que han obedecido.

Claro está que los fenómenos dinámicos cuya representación figuran no han aparecido desde luego, en su genuína expresión y por un solo impulso, en la forma y magnitud en que hoy podemos apreciarlos; pues las fuerzas que la naturaleza pone en juego obran, en cierto modo, paulatinamente y preparan á la larga los acontecimientos, modificándose las direcciones primitivas por direcciones encontradas, ó bien recrudesciendo en entidad y potencia por direcciones recurrentes repetidas en tiempos y épocas diversas. Los trazos que nuestra vista alcanza son en realidad las resultantes de múltiples acciones de que podemos darnos cuenta, hasta cierto punto, por los rastros que han dejado sucesivamente, pero cuyo límite nos es imposible circunscribir con matemática certeza, pues si bien el tiempo entra como factor importantísimo lo inconmensurable de cada período y la multiplicidad de las contracciones acaecidas hace imposible toda medida para apreciarlos en su justa expresión, debiendo servirnos de **harto** contentamiento si alcanzamos, cuando más, á vislumbrar su lógico desenvolvimiento.

con sus costas terminadas en suavísimas playas, ó recortadas en placenteras rías y en adustos furdos, con sus montes de enhiestas cresterías en el interior, sus escuetas planicies, sus verdes navas y ateridos páramos, sus dilatados y sedientos cauces de ásperos ribazos, y el amontonamiento de escombros y ruinas roqueñas que en nuestras principales cuencas atestiguan la extensión y el proceso de la suprema inundación, y el límite que alcanzaron en su descuaje los antiguos neveros al descender por dos veces de sus nativas cumbres.

Así, caminando paso á paso, escudriñando en los vestigios de lo pasado, y procurando colocar en su encaje y lugar propio la muchedumbre de accidentes que ofrece nuestro suelo, hemos podido reunir, por fin, de los dispersos miembros, lo que basta para que se muestre revelada la forma y disposición de sus rasgos esenciales, al parecer confusos y desconcertados, encontrando á su vez en las observaciones geológicas, los comprobantes precisos de las consecuencias anteriormente deducidas. De tal manera que, si, por inducción lógica, y como á priori, hemos podido trazar, con sobriedad inevitable de líneas, el escueto armazón de la Península, la observación ha venido después á revelarnos la marcha que ha seguido la Naturaleza, y el orden cronológico de los fenómenos que en torno del núcleo primitivo, apartado casi por completo desde su aparición, de las revoluciones posteriores, han contribuído á reunir en un sólo grupo los diversos territorios alternativamente ganados ó perdidos, y que tan pronto nos enlazaban con lo restante de Europa, como nos unían con el Africa vecina. España, considerada físicamente, no es más que un conjunto de trozos distintos, que al formarse iban trabando entre sí los diversos archipiélagos sembrados por sus mares, y que al desaparecer los segregaban de nuevo. Su unidad, según el plan armónico que hemos intentado descifrar, se ha realizado poco á poco, peno-

samente y en condiciones distintas: de aquí la diversidad de su composición, estructura y suelo; las diferencias de sus diversos climas; y la multiplicidad de sus condiciones de vida y de producción, que fuera vana empresa sujetar á pauta común; pero cuya variedad, remedo fiel de las dos partes del mundo entre las cuales se halla tendida á manera de puente, y cuyas cualidades esenciales concierta y funde, ha de constituir su mayor elemento de prosperidad y riqueza cuando nos dediquemos á utilizarle debidamente.

Y aquí tenéis, Sres. Académicos, en este conjunto extraño de caracteres antitéticos, el por qué, considerando las misteriosas afinidades que enlazan á su vez y conciertan el mundo físico con ese otro mundo intelectual, tan rico y vario en sus manifestaciones, así como el árbol vive del suelo en que arraiga, del sol que le baña y del ambiente que respira, la raza que este suelo sustenta toma también su sello característico de esa mezcla de oposiciones y contrastes, y de antagónicos temperamentos. Colocada desde la cuna entre esas dos inmensidades, los montes y los mares, espejo de toda grandeza, no sueña empresa que no acometa, ni halla obstáculo que no venza; ardiente y fría á la vez, y siempre con extremo, ni su ímpetu ni su tenacidad reconocen límites; ganosa de aventuras y de peligros, por amor al peligro mismo, ni le envanece el triunfo, ni desmaya en la derrota; y noble, desprendida, generosa cual ninguna, no tuviera rival en el mundo á no llevar en su sobrada altivez é indomable naturaleza, su más constante y terrible enemigo.—HE DICHO.

APÉNDICE A.

Red pentagonal.

Del estudio atento de los círculos máximos de comparación provisionales de los diferentes sistemas de montañas de Europa, ha llegado á desprenderse poco á poco un principio de regularidad que, desde el instante que existe, debe dominar necesariamente por completo la materia.

El descubrimiento de este principio, objeto de quince años de incessantes investigaciones, ha consistido en hacer resaltar, por simples relaciones numéricas, las bases de un dibujo regular que, aunque existiendo sobre la superficie del globo, no podía discernirse, tanto por la magnitud de sus trazos, como por la falta de precisión de las representaciones del globo terrestre.

Este principio ha tomado la forma de una especie de *Lema geométrico*, formulado por el estudio de las situaciones respectivas de los *Círculos máximos de comparación provisionales* de los diferentes sistemas de montañas, y que parece destinado á dar más precisión y firmeza á este estudio.

En el mero hecho de reconocer una ley de coordinación entre los círculos máximos, admitidos provisionalmente por el autor para representar los 21 sistemas de montañas que señalaba por entonces en la Europa Occidental, equivalía ya á revestirlos, en cierto modo, de cierta especie de consagración, que se extendía asimismo á los sistemas de montañas y á las consideraciones fundamentales que le habian servido de guía para su estudio: pues es evidente que entre círculos escogidos al acaso, atendiendo á consideraciones imaginarias, y que no hubieran sido la representación de fenómenos reales, no podría notarse correlación alguna; y como el autor no pudo nunca imaginar el someter los círculos que determinaba á tal coordinación, sólo pudo producirla la Naturaleza, manifestando así una de las condiciones de su acción.

La ley de esta coordinación, sencillísima en su esencia, aun cuando prestándose en su desarrollo á una complejidad bastante grande, para armonizarse con la extremada complicación que presentan aparentemente las formas orográficas y estratigráficas, tiene por base la división de la esfera en 20 triángulos equiláteros, cuyos ángulos son de 72° , y cuyos lados tienen $63^\circ 26' 5'' 84$.

Estos 20 triángulos equiláteros abarcan la superficie entera de la esfera, y se disponen con una simetría especial, á la cual se asocian de una

manera más ó menos absoluta otros numerosos círculos, enlazados por condiciones particulares con los círculos máximos primitivos de que forman parte los lados de los triángulos: condiciones susceptibles de ensancharse y de generalizarse hasta producir una red tan detallada cual puedan exigirlo las cuestiones que hayan de resolverse.

La constitución de la red pentagonal, nombre que explicaré más adelante, se enlaza con consideraciones que tienen gran analogía con las que informan la cristalografía, y que si bien son de igual precisión, participan también de su aridez. Las páginas que siguen, necesarias para el orden y encadenamiento lógico de las ideas, han de resentirse desgraciadamente de este defecto.

La división más comúnmente empleada para dividir en triángulos la superficie de la esfera, no es la considerada en 20 triángulos equiláteros, sino la engendrada por tres planos rectangulares que se cruzan en el centro, y que produce 8 triángulos equiláteros igualmente, pero trirrectangulares. Existe también una división en cuatro grandes triángulos, cuyos ángulos abarcan 120° ; pero no hay para qué tenerla en cuenta, por ser derivación de la anterior.

También constituyen una red, cuyas partes tienen todas el sello de la especie de simetría que le es propia, y que puede hacerse tan tupida cuanto se desee, unos círculos cuyas situaciones se deducen de las de los tres círculos máximos primitivos, que forman el sistema de los ocho triángulos trirrectangulares, refiriéndose, por tanto, á este sistema. De modo que en realidad sólo existen dos redes únicas, cada una con su sello especial, y aun incompatible.

En efecto, los ocho triángulos trirrectangulares del segundo modo de división, al juntarse de cuatro en cuatro por sus ángulos de 90° al rededor de seis puntos diferentes, dan los 360° necesarios para ocupar todo el espacio angular en rededor del punto de reunión.

Los 20 triángulos equiláteros del primer modo de división, al juntarse á su vez de cinco en cinco por sus ángulos de 72° al rededor de doce puntos diferentes, llenan igualmente todo el espacio angular en torno del mismo punto.

Pero no puede irse más allá: porque el triángulo esférico equilátero, teniendo siempre un exceso esférico, su ángulo es necesariamente superior á 60° , y, por tanto, no pueden caber seis al rededor de un punto, siendo el triángulo equilátero de ángulos de 72° , el más pequeño de aquellos que juntos pueden abarcar la esfera: de donde resulta que, con relación á la mecánica terrestre, se halla revestido de ciertas propiedades que, indudablemente, han representado un papel importante en la historia de la Tierra.

Sin embargo, no son estas propiedades las que llamaron la atención del autor de la *Teoría de los Sistemas de Montañas*, sobre la división de la esfera en 20 triángulos equiláteros; sino la vía mucho más directa del análisis puro y sencillo de los resultados de la observación.

En su libro expone detalladamente Elie de Beaumont cómo, después de haber calculado, para disponerlos en un cuadro, los doscientos diez ángulos que forman entre sí los círculos máximos de comparación provisio-

nales de los 21 sistemas de montañas de la Europa Occidental, observó que aquellos ángulos distaban mucho de repartirse uniformemente entre los 90° del cuadrante de la circunferencia. Por una especie de *capricho aparente*, su agrupamiento parecía corresponder con marcada preferencia á ciertos puntos del cuadrante, dejando casi en hueco los espacios intermedios. Al notar este hecho, que la casualidad no podía explicar, comprendió inmediatamente el autor que lo que presenciaba eran las señales de cierta ley de correlación entre las posiciones de los círculos máximos de comparación de los diferentes sistemas de montañas, y se dedicó á buscar cómo podría llegar á deducir esa ley de los números suministrados por el cálculo de las observaciones.

Ocurriósele que, si los círculos máximos de comparación de los diversos sistemas de montañas no se desparramaban de cualquier manera sobre la superficie de la esfera, era, sin duda, porque debían formar parte de una red sujeta á cierto principio simétrico. Y creyó, desde luego, que quizá procediese este principio del que rige la red que tiene por base los ocho triángulos trirectangulares, originados por tres círculos máximos perpendiculares entre sí, y por una serie de otros círculos coordinados con los primeros.

Pero tan luego como hubo calculado numerosos ángulos de la red, formada por tal manera, notó inmediatamente que los puntos del cuadrante, á los que tendían especialmente, no tenían relación alguna con aquel los que parecían atraer los ángulos deducidos de la observación, renunciando, por tanto, á ese primer tanteo.

Entonces fué cuando llegó á preguntarse, si sobre la esfera no existiría otra red regular distinta, y si triángulos equiláteros que se juntasen al rededor de un punto, no cuatro por cuatro, sino de cinco en cinco, no constituirían un punto de partida más adecuado, llevándole esta consideración á fijarse en los 20 triángulos equiláteros que abarcan la esfera, y en la red á la cual sirven de base.

Con los *Círculos máximos primitivos*, que constituyen los costados de los 20 triángulos equiláteros, consideró algunos otros además, enlazados con los primeros por las relaciones más sencillas, y calculó los ángulos que todos estos círculos máximos forman entre sí en sus mutuas intersecciones, reconociendo á poco que aquellos ángulos no se distribuían indiferentemente sobre todos los puntos del cuadrante, sino que tenían propensión marcada á agruparse al rededor de ciertos puntos: puntos que venían á coincidir, casi por completo, con aquellos otros hacia los cuales propendían á convergir los 210 ángulos deducidos de las observaciones, sin más discrepancias que las que pueden achacarse á los pequeños errores imposibles de evitar en la determinación de los círculos máximos de comparación provisionales de los diversos sistemas de montañas, y también á cierta deficiencia en la elección de los círculos añadidos á los círculos máximos primitivos, de los que forman parte los lados de los 20 triángulos equiláteros.

Desde este momento podía considerarse como descubierto el secreto de aquel capricho aparente que concentraba al rededor de ciertos puntos del cuadrante los ángulos formados por los *círculos máximos pro-*

visionales; secreto que consistía únicamente en que en el mutuo enlace de estos círculos llegaba á repetirse la ley de simetría que existe en el ordenamiento de los 20 triángulos equiláteros. El autor pensó, por tanto, que esta ley merecía estudiarse y analizarse con relación á su aplicación probable á la estratigrafía, y que el tiempo en esto invertido no sería perdido para la ciencia.

Pero el sistema de los 20 triángulos equiláteros que abarca la esfera, no era generalmente conocido, ni aun quizá se había nunca aplicado. Hallábase, pues, en condiciones harto diferentes del sistema de los ocho triángulos trirrectángulos que abarcan igualmente toda la esfera, y que, sirviendo de base al sistema cristalino regular y asimismo, salvo ciertas modificaciones, á toda la cristalografía, han sido objeto de un estudio tan detallado como profundo de parte de los cristalógrafos; era preciso, por tanto, empezar por estudiar sobre un plan análogo el sistema de los 20 triángulos equiláteros.

El autor ha consignado este estudio en su *Reseña sobre los Sistemas de Montañas*, y en algunas otras de sus publicaciones. Nosotros sólo haremos, por tanto, de estos trabajos un análisis general y sucinto con relación á los resultados obtenidos.

Los círculos máximos primitivos que forman los lados de los triángulos equiláteros son en número de quince. Cada cual suministra dos lados de triángulos colocados en sentido opuesto el uno del otro; y como cada lado pertenece á dos triángulos contiguos y debe contarse dos veces, se suman de esta manera los 60 lados de los 20 triángulos, cuyos 60 ángulos se reúnen por cinco en doce puntos, siendo cada uno de éstos últimos el antípoda de otro punto semejante.

En cada uno de estos puntos, donde se reúnen en número impar ángulos iguales, cada lado hállase opuesto á un ángulo, que divide al prolongarse en dos partes iguales formando el apotema del triángulo al que pertenece este ángulo, y asimismo seguidamente el apotema de otro triángulo contiguo al primero: cada uno de los 15 círculos primitivos que contienen los lados del triángulo, contiene así cuatro apotemas, lo que suma los 60 apotemas de los 20 triángulos equiláteros. Los tres apotemas de cada uno de los 20 triángulos se cruzan en su centro con ángulos de 60° , y lo dividen en 6 triángulos escalenos rectángulos, iguales y simétricos dos á dos, cuyos ángulos son de 90° , de 60° , y de 36° . La esfera entera queda así dividida en 120 de estos triángulos rectángulos escalenos.

Cada uno de los ocho triángulos trirrectangulares, que abarcan también la esfera entera, puede dividirse igualmente en seis triángulos rectángulos escalenos, iguales y simétricos dos á dos. Cada uno de estos triángulos tiene ángulos de 90° , 60° y 45° , y su número total es el de 48 en lugar de 120: son, por tanto, dos veces y media menores en número, y asimismo dos veces y media mayores en tamaño que los del sistema de los 20 triángulos equiláteros.

Estos 48 triángulos pueden, sin desplazamiento, imaginarse agrupados en ocho triángulos equiláteros, que serán trirrectangulares; en seis cuadriláteros, con ángulos de 120° ; y en doce romboides.

Los 120° triángulos del sistema de los 20 triángulos equiláteros pueden

lo mismo, sin desplazamiento, agruparse en 20 triángulos equiláteros, en 12 pentágonos esféricos regulares con ángulos de 120° , y en 30 rombos.

Puede notarse, por tanto, que son muchos los puntos de semejanza entre ambos sistemas; si bien su diferencia esencial y característica consiste en que el cuadrilátero del uno se halla sustituido por el pentágono del otro; circunstancia que suministró al autor la idea de designar el uno por el nombre de *Red cuadrilateral*, y el otro por el de *Red pentagonal*.

La red pentagonal, constituida en principio por 20 triángulos equiláteros y 120 triángulos rectángulos escalenos, forma una figura harto complicada para que pueda comprenderse, si no se representa de bulto, aunque sea toscamente. Pero, valiéndose de este expediente, fácil es ver que los 120 triángulos rectángulos escalenos pueden, sin desplazamiento, imaginarse agrupados de tal suerte, que den un sistema trirrectangular. Este agrupamiento puede efectuarse de cinco modos diferentes, obteniéndose así cinco sistemas trirrectangulares independientes unos de otros, pero unidos, según las leyes de la simetría pentagonal.

Esta propiedad notable de la red pentagonal puede deducirse igualmente de lo que acabamos de exponer. Cada uno de los 30 arcos, que forman los lados de los 20 triángulos equiláteros, se halla cortado perpendicularmente en su parte media por otro de los círculos máximos primitivos, que pasa por el citado punto en forma de dos apotemas reunidos por su pie. El número de estas intersecciones rectangulares es de 30; pero como cada una se encuentra sobre dos círculos máximos primitivos, se encontrarán 60 al contar las intersecciones rectangulares que se presentan cuando se siguen uno tras otro los círculos máximos primitivos. Cada círculo máximo primitivo presenta cuatro intersecciones rectangulares, que se hallan colocadas á intervalos iguales á un apotema, aumentado de medio lado de triángulo equilátero: suma que forma precisamente la cuarta parte de la circunferencia. De donde se ve que cada uno de los círculos máximos primitivos se encuentra conjugado con otros dos para formar un sistema trirrectangular. Y, como los 15 círculos máximos primitivos dan cinco sistemas semejantes, cada cual con seis intersecciones rectangulares, la suma es la de los 30 anteriormente dichos.

Para hallar sin ambigüedad estos cinco sistemas trirrectangulares, basta considerar los puntos medios de los cinco lados de uno de los 12 pentágonos. Cada uno de estos puntos medios presenta una intersección que pertenece á un sistema trirrectangular, distinto de los que proceden de los otros cuatro puntos medios.

El modo de agruparse de los 120 triángulos rectángulos escalenos, en que los 115 círculos máximos primitivos dividen la superficie de la esfera, evidencia con la mayor facilidad las propiedades principales de la red pentagonal, pues basta para ello estudiar las diversas figuras á que dan origen por sus varias naturales combinaciones.

Las cuerdas de los tres lados de cada uno de los 20 triángulos esféricos equiláteros, compuestos respectivamente de seis triángulos rectángulos escalenos, forman un triángulo equilátero plano, y los 20 constituyen un *icosaedro regular* inserto en la esfera, cuyas cúspides coinciden con los centros de los 12 pentágonos.

Las cuerdas de los cinco lados de cada uno de los 12 pentágonos esféricos regulares, compuestos respectivamente de 10 triángulos rectángulos escalenos, forman un pentágono regular plano, y los 12 pentágonos engendrados de tal manera un *dodecaedro* regular inscrito en la esfera, y cuyas cúspides coinciden en los centros de los 20 triángulos equiláteros.

Cada una de las 30 intersecciones rectangulares de los círculos máximos primitivos de la red ocupa el punto medio de uno de los 30 rombos esféricos que resultan al juntar por cuatro los 120 triángulos rectángulos escalenos.

Si por cada uno de estos 30 puntos se dirige un plano tangente á la esfera, se forma un sólido terminado por 30 rombos, iguales entre sí y agrupados con regularidad.

Este sólido se halla circunscrito á la esfera; pero puede sustituirse por otro semejante algo más reducido, que se hallaría inscrito en la esfera de tal manera, que las cúspides quintuples coincidiesen con los centros de los 12 pentágonos, y sus cúspides triples se hallasen sobre los radios que convergen en los centros de los 20 triángulos equiláteros.

Cada uno de los cinco sistemas trirrectangulares lleva por análogo procedimiento á un cubo, á un octaedro, á dos tetraedros (estos por hemiedría) y á un dodecaedro romboidal; de modo que la red pentagonal comprende cinco cubos, cinco octaedros, diez tetraedros, y cinco dodecaedros romboidales, que todos se amoldan según las leyes de la simetría pentagonal.

Las consideraciones á que dan lugar estos diferentes sólidos trazan el camino que ha de seguirse para hallar los otros círculos máximos que pueden concurrir con los 15 círculos máximos primitivos, á representar la simetría pentagonal, y asimismo para sustituirla en su expresión, así como en el sistema cúbico, el octaedro y el dodecaedro romboidal pueden sustituir al cubo.

En primer lugar pueden trazarse por el centro de la esfera seis planos respectivamente paralelos á las 12 caras del dodecaedro regular. Estos seis planos determinarían seis círculos máximos, cuyos polos respectivos serían los centros de dos de los 12 pentágonos esféricos regulares. Estos seis círculos máximos, únicos de su especie en la red, constituirán la expresión más sencilla y más concentrada, la quinta esencia, por decirlo así, de la simetría pentagonal. El autor los apellida los *Dodecaédricos regulares*.

Por el centro de la esfera pueden llevarse también 10 planos, respectivamente paralelos á las 20 caras del icosaedro regular. Estos planos determinarían 10 círculos máximos, cuyos polos serán los centros de los 20 triángulos equiláteros, y constituirán, después de los anteriores, la expresión más concentrada de la simetría pentagonal. El autor los llama los *Icosaédricos*.

Pueden trazarse asimismo por el centro de la esfera, 15 planos respectivamente paralelos á las caras del sólido que limitan los 30 rombos; pero estos no serian otros que los planos mismos de los 15 círculos máximos primitivos.

Y otro tanto podrá decirse de los 15 planos ideados por el centro de la esfera, paralelamente á las seis caras de cada uno de los cubos.

También pueden imaginarse por el centro de la esfera, planos paralelos á las caras de los cinco octaedros, ó, lo que es lo mismo, planos perpendiculares á las diagonales de los cinco sistemas trirrectangulares; y aunque, como cada sistema trirrectangular tiene cuatro diagonales, parece que debiera haber 20 planos de esta clase, se reducen á diez, porque cada diagonal es común á dos de los cinco sistemas trirrectangulares que se superponen uno á otro, girando con ángulos de $44^{\circ}, 28', 39'', 04$, ó de $75^{\circ}, 31', 20'', 96''$ al rededor de la diagonal común. Y como asimismo estas 10 diagonales de los sistemas trirrectangulares, no son otras que los diámetros de la esfera, uniendo de dos en dos los centros de los 20 triángulos equiláteros, los 10 planos que les fueran respectivamente paralelos se confunden con los *Icosaédricos*.

Esta construcción no aumenta por tanto nuevos círculos, pero acrece la importancia de los *icosaédricos*, y para marcar su condición privilegiada, el autor los ha llamado *icosaédricos* ú *octaédricos*, ó más sencillamente *Octaédricos*, como nombre de más fácil pronunciación. Por fin, para completar la operación, se pueden suponer por el centro de la esfera planos respectivamente paralelos á las caras de los cinco dodecaedros romboidales; y como se cuentan 60 caras de estos, paralelas de dos en dos, estos planos llegan á 30, son perpendiculares de dos en dos á los planos de los 15 círculos máximos primitivos, y determinan 30 círculos máximos, que el autor llama *dodecaédricos romboidales*.

Las construcciones que acabamos de definir dan en total 61 círculos máximos, que son:

- 6 *dodecaédricos regulares*.
- 10 *icosaédricos ú octaédricos*.
- 15 *círculos máximos primitivos*.
- 30 *dodecaédricos romboidales*.

Estos círculos máximos, y en particular los 16 primeros, se hallan evidentemente en las relaciones más íntimas con la simetría pentagonal, y el autor los ha llamado los círculos máximos principales de la red pentagonal.

Mr. Elie de Beaumont ha dado en su *Nota sobre los Sistemas de Montañas* una figura exacta de uno de los 12 pentágonos de la red sobre la cual todos los círculos máximos principales se representan por líneas llenas ó diversamente señaladas, de modo que á primera vista resaltan estas cuatro distintas clases, y las relaciones que tienen entre sí estos círculos máximos.

Sin embargo, á pesar de sus condiciones especiales, la red que forman estos 61 círculos máximos, no es lo bastante tupida para comprender entre sus mallas los círculos máximos de comparación de todos los sistemas de montañas.

La estratigrafía no puede tomarlos por límite, así como tampoco se concreta la cristalografía á las caras del cubo, del octaedro y del dodecaedro romboidal; y necesita buscar círculos máximos auxiliares, entre los que se derivan de los círculos principales, cuando queda suprimida alguna de las condiciones que fijaban estos últimos en la posición límite que les corresponde.

Bajo este punto de vista el autor ha tomado por guía lo que se practica

en la cristalografía; y no porque sea ésta una ciencia familiar á nuestros geólogos, sino porque descansa sobre un análisis exacto y profundo de las relaciones geométricas de todos los planos que pueden enlazarse al sistema trirrectangular ó cuadrilateral, análisis cuyo espíritu puede informar el estudio de la red pentagonal.

En la *red cuadrilateral*, que divide la esfera en 48 triángulos esféricos rectángulos escalenos iguales, y simétricos dos á dos, los planos de los arcos que forman los lados de estos triángulos, dividen el espacio en 48 ángulos triedros, que tienen por cúspide común el centro de la esfera. Si en uno de estos ángulos triedros se coloca un plano de cualquier manera, y que de idéntico modo se coloque otro en cada uno de los 47 ángulos triedros, estos 48 planos formarán un sólido de 48 caras, que disfrutará en su conjunto de la simetría cuadrilateral, pero enlazándose con ésta en la menor relación posible, puesto que el primer plano elegido no se enlazaba de modo alguno con aquella. Pero puede elegirse el primer plano de manera que llene cierta condición particular con relación á la simetría cuadrilateral; y el sólido engendrado se relacionará entonces más íntimamente con esta simetría, y su relación será tanto más íntima, cuanto mayor sea el enlace del primer plano elegido.

La red pentagonal da lugar del mismo modo á un sistema de 120 ángulos triedros, y por lo tanto á un sólido de 120 caras, que goza en su conjunto de la simetría pentagonal, enlazándose tanto más con esta simetría, cuanto más íntimamente se enlace con ella el primer plano fundamental elegido.

Los cinco sistemas trirrectangulares que comprende la red pentagonal dan origen á cinco sólidos de 48 caras, comprendiendo cinco veces 48 planos, ó 240 planos en totalidad, que pueden considerarse, según su propia simetría, como formando un sólido de 240 caras, ó de doble número de caras que las que tiene el sólido derivado de la simetría pentagonal; pero este sólido se divide en otros dos, cada uno de 120 caras, que gozan de la simetría pentagonal.

Para imaginarlo, basta fijarse en que los dos triángulos escalenos que en la red cuadrilateral vienen á parar por sus ángulos de 45° al ángulo de un triángulo trirrectángulo, se muestran allí en condiciones perfectamente simétricas; pero cuando se considera ese mismo triángulo trirrectángulo como formando parte de la *red pentagonal*, los catetos de cada ángulo recto pertenecen el uno al lado menor y el otro al mayor de uno de los triángulos rectángulos escalenos de la *red pentagonal*: de tal manera que los triángulos de la red cuadrilateral, que les son adyacentes, juegan distinto papel en la simetría pentagonal; lo que induce á dividir el sistema de los 240 planos, en dos sistemas de 120 planos, 120 de una clase, simétricos dos á dos; y 120 de otra clase, igualmente simétricos dos á dos. En cada uno de estos dos sistemas los 120 planos se hallan igualmente paralelos dos á dos, y responden á dos series, cada cual de 60 círculos, pertenecientes generalmente á dos especies diferentes.

Vese, pues, que ambas redes al juntarse, encajan de un modo á la vez inverso y regular, y las propiedades similares que presentan, autorizan naturalmente á proceder en el análisis de la red pentagonal como la cristalografía ha procedido en el análisis de la *red cuadrilateral*.

En el sistema cristalino regular las caras que se relacionan más directamente con la simetría general después de las caras del cubo, del octaedro, y del dodecaedro romboidal, son aquellas que, expresándonos en términos cristalográficos, se apoyan sobre las aristas de estos sólidos, y que pueden engendrarse por los planos de sus caras girando al rededor de las aristas que las limitan: esto es, las caras de los hexatetraedros ó dodecaedros pentagonales, la de los trapezoedros ó de los sólidos de caras triangulares que contienen esta serie; y la de los sólidos de 48 caras, formados por las 12 pirámides que tienen por base las caras del dodecaedro romboidal. Estas caras, en su totalidad, pueden ser engendradas por las del dodecaedro romboidal, girando al rededor de sus diagonales menor y mayor y de las cuatro aristas que las limitan.

Llevando á la red pentagonal los planos que corresponden á los hexatetraedros de los cinco sistemas trirrectangulares, éstos planos se hallan representados por los círculos máximos, infinitos en número, que pueden hacerse pasar por las treinta intersecciones rectangulares de los círculos máximos primitivos y los planos que corresponden á los trapezoidros, se hallan representados por los círculos máximos, infinitos en número, que pueden dirigirse por los 60 puntos de la superficie esférica, á donde van á parar las diagonales de los ángulos planos de los sistemas trirrectangulares. Estos puntos son los puntos medios de los arcos de 90" que, sobre los círculos máximos primitivos, juntan las intersecciones donde se cortan en ángulo recto. Por último, los planos que corresponden á las caras de las pirámides que tienen por base las caras romboidales del dodecaedro romboidal, se hallan representados por los círculos máximos, infinitos en número, que pueden hacerse pasar por los puntos de la superficie de la esfera á donde terminan las diagonales de los cinco sistemas trirrectangulares. Estos puntos no llegan más que á veinte: de donde resulta que los círculos que tienen que sujetarse á pasar por ellos, experimentan por esta mera condición una especie de concentración que los imprime de un modo especial el sello de la simetría pentagonal.

El autor ha llamado *hexatetraédricos*, ó *dodecaédricos pentagonales*, á los círculos máximos que pasan por las 30 intersecciones rectangulares de los círculos primitivos de la red. Por los motivos ya señalados con ocasión de los sólidos de 240 y de 120 caras, los 60 hexatetraedricos que corresponden á cada sistema de cinco hexatetraédros forman dos series de 30 círculos cada una, que pertenecen generalmente á dos especies diferentes.

Por igual motivo el autor ha llamado *trapezoédricos* los círculos máximos que pasan por los 60 puntos de la superficie esférica, á donde vienen á parar las diagonales de los ángulos rectos de los cinco sistemas trirrectangulares.

En cuanto á los círculos que pasan por los 20 puntos donde terminan las diagonales de los cinco cubos, los ha llamado *diagonales*, en razón á que los puntos por los cuales tienen que pasar, constituyen los ángulos de los pentágonos esféricos regulares que estos círculos atraviesan diagonalmente.

Con respeto á los tres sólidos derivados directamente de la simetría pentagonal, pueden concebirse igualmente caras en número infinito,

apoyadas sobre las aristas del dodecaedro regular, sobre las del icosaedro, ó sobre las del sólido terminado por 30 rombos, y trazar planos paralelos á estas caras por el centro de la esfera.

Los planos imaginados por el centro de la esfera, paralelamente á las caras apoyadas sobre las aristas del dodecaedro regular, pasan todos por uno ú otro de los ejes de uno de los cinco sistemas trirrectangulares, y los círculos máximos, en número infinito, que determinan, pasan todos por uno ú otro de los 30 puntos donde los círculos máximos primitivos de la red se cortan en ángulos rectos.

Lo mismo ocurre exactamente con los círculos determinados por los planos que pasando por el centro de la esfera se llevarían paralelamente á las caras que se apoyan sobre las aristas del icosaedro regular: así es que todos estos círculos entran en la clase de los hexatetraédricos.

No ocurre otro tanto con los planos paralelos á las caras que pueden imaginarse como apoyándose sobre las aristas del sólido, limitado por 30 rombos, y formando sobre cada uno de estos rombos una pirámide de cuatro caras. Los círculos determinados por estos planos pasan por los puntos de la superficie de la esfera, donde los círculos máximos primitivos se cortan formando ángulos de 36° , esto es, por los centros de los 12 pentágonos esféricos regulares. Con relación á esta circunstancia el autor ha dado á los círculos de que se trata el nombre de *diametrales*.

En suma, los círculos que hay que introducir como auxiliares más directos en la red pentagonal pasan por cuatro especies de puntos, que son: los centros de los 12 pentágonos, los centros de los 20 triángulos equiláteros, los centros de los 30 rombos; y los puntos situados en medio de los arcos de 90° que enlazan una con otra las intersecciones rectangulares de los círculos máximos primitivos: y así como hay cuatro especies de círculos máximos principales, cuatro son también las clases de estos círculos auxiliares *hexatetraédricos*, *trapezoédricos*, *diagonales* y *diametrales*.

Los puntos por donde han de pasar por precisión los círculos máximos auxiliares son evidentemente los que juegan un papel preponderante en el ordenamiento de los círculos de la red, y deben este privilegio á la circunstancia de constituir los polos de los círculos principales.

En efecto, los centros de los 12 pentágonos son, como ya lo hemos dicho, los polos de los seis *dodecaédricos* regulares; los centros de los 20 triángulos equiláteros son los polos de los diez *icosaédricos* ú *octaédricos*; los 30 puntos á donde se cortan perpendicularmente los *círculos máximos primitivos*, son los polos de estos mismos círculos; y por fin, los 60 puntos donde las diagonales de los ángulos rectos de los cinco sistemas trirrectangulares penetran la superficie de la esfera son los polos de los 30 *dodecaédricos romboidales*.

Los círculos auxiliares que hemos elegido, pasando siempre por los polos de uno de los círculos principales cortan por necesidad ese círculo máximo á ángulo recto así los círculos máximos auxiliares á los que hemos recurrido, son sencillamente los perpendiculares de los círculos máximos principales, y la red limitada á estos círculos se *halla constituida en su expresión más sencilla por los círculos máximos principales, y por todos sus círculos perpendiculares*.

Los polos de los círculos máximos principales, hallándose todos situados sobre los *círculos máximos primitivos*, se ve claramente que todos los círculos introducidos en la red pueden ser engendrados por los círculos máximos primitivos, girando al rededor de aquellos de sus diámetros que vienen á parar á los polos de los círculos máximos principales, hallándose sometidos á este modo de generación hasta los mismos círculos máximos principales.

Todos estos círculos están evidentemente en íntima conexión unos con otros, y con la simetría de la red. Forman un conjunto con límites muy racionales, y en el orden de sus relaciones simétricas ocupan un rango superior al que pudieran ocupar todos aquellos, á los cuales pudiera acudir en busca de nuevos círculos auxiliares, por su enlace con el sistema de los 20 triángulos equiláteros. Sin proscribir de modo alguno el empleo de estos nuevos auxiliares, el autor de la Reseña ha pensado que para un primer ensayo de la simetría pentagonal, podría limitarse á la serie de círculos que acaba de definirse.

El autor ha creído útil también imaginar un sistema sencillo de notación para designar los polos de los círculos principales por donde tienen que pasar por precisión los círculos auxiliares, y así indica:

por *D* los 12 polos de los *dodecaédricos regulares*, que corresponden á los centros de las caras del dodecaédrico regular;

por *I* los 20 polos de los *icosaédricos* ú *octaédricos*, que corresponden á los centros de las caras del icosaedro regular;

por *H* los 30 polos de los *círculos máximos primitivos*, que corresponden á los centros de las caras del sólido de 30 rombos, por donde pasan los *hexatetraédricos*,

y por *T* los 60 puntos límites de las diagonales de los ángulos rectos de los cinco sistemas trirrectangulares que son los puntos por los cuales tienen que pasar los *trapezoédricos*.

Colectivamente llama á todos estos puntos, los puntos principales de la red, pero considera también como puntos principales de orden secundario: los 60 puntos *a* donde los octaédricos cortan perpendicularmente los *círculos máximos primitivos*; los 60 puntos *b* donde los *dodecaédricos regulares* cortan perpendicularmente estos mismos *círculos máximos primitivos* y los 120 puntos *c* donde los *dodecaédricos romboidales* cortan perpendicularmente los *octaédricos*.

Los círculos principales y los círculos privilegiados que acaban de señalarse forman en cierto modo la quinta esencia de la red pentagonal; y el autor ha pensado que si esta red tiene relaciones con la estructura orográfica y estratigráfica de la superficie terrestre, la relación ha de manifestarse por el concurso de estos círculos de orden superior de modo harto general, para que no quepa duda alguna; y, en efecto, en las pruebas que ha practicado no ha necesitado recurrir á círculos auxiliares de orden inferior, si bien algunas de las personas que se han ocupado de la aplicación de la red pentagonal los han empleado en ciertos casos excepcionales que pueden volver á presentarse en la practica.

Los círculos auxiliares de la red pentagonal corresponden en cierto modo á los decrecimientos de la cristalografía; y con su auxilio la red pen-

tagonal llega á tener la misma flexibilidad, para representar una dirección observada que la que tiene un sistema cristalino para reproducir aproximadamente una incidencia medida.

La limitación del número de círculos auxiliares se asemeja á la que se practica en la cristalografía, á donde, v. gr., para la incidencia de un hexatetraédrico sobre la cara del cubo puede emplearse un ángulo cuya tangente sea la proporción de dos números enteros cualesquiera sin que, sin embargo, se suela emplear más que ángulos cuya tangente se expresa por la relación de dos números sencillos, tales como 1, 2, 3, 4....

La posibilidad de usar siempre relaciones numéricas sencillas, muestra las relaciones íntimas de la cristalografía con la verdadera estructura de los cuerpos cristalizados; y la posibilidad de atenerse casi siempre á círculos auxiliares que se hallen determinados por los puntos principales de la red, muestra igualmente las relaciones íntimas que existen entre la red pentagonal y la estructura de la corteza terrestre.

El número de los círculos de una misma especie es variable. Los *dodecaédricos* regulares son 6; los *octaédricos*, 10; los *primitivos*, 15, y los *dodecaédricos romboidales*, 30.

En cuanto á los círculos auxiliares, aquellos cuyos polos caen sobre los *primitivos*, son 30 de una misma clase, y 60 todos también de una misma especie, son aquellos cuyos polos se hallan fuera de los primitivos.

En el estudio que Mr. Elie de Beaumont hizo de la red pentagonal para llegar á constituirla, en esta forma tuvo naturalmente que calcular los valores de gran número de ángulos formados por los círculos de la red, en sus intersecciones mutuas y las amplitudes de gran número de arcos que resultan también del modo en que se subdividen los círculos al cortarse unos á otros.

Estos cálculos, necesariamente bastante largos, no lo son, sin embargo, tanto como pudiera imaginarse á primera vista; porque los 120 triángulos rectángulos escalenos, en los cuales los círculos máximos primitivos de la red, dividen la superficie de la esfera, hallándose todos constituidos exactamente con los mismos elementos, basta calcular lo que se refiere á uno de estos triángulos, para conocer lo que se refiere á cada uno de los demás. Los ángulos y los arcos que no se hallan comprendidos dentro de uno de los 120 triángulos, se obtienen añadiendo unas á otras las partes que se encuentran en varios.

Los valores de los ángulos y de los arcos forman dos series que tienen muchas relaciones entre sí, y con frecuencia se encuentran valores de ángulos, iguales á las de los arcos ya calculados y viceversa, lo que proporciona medios de verificación de mucho valer cuando se trata de una larga serie de cálculos; porque en cuanto se encuentran los mismos valores para ciertos ángulos y ciertos arcos, deben hallarse idénticos hasta en las últimas fracciones.

La acumulación de los valores de los ángulos formados por los círculos de la red pentagonal, hacía resaltar tanto más su tendencia á agruparse preferentemente al rededor de ciertos puntos del cuadrante, que diferían poco de aquellos á cuyo alrededor se agrupaban igualmente los ángulos formados por los *círculos máximos de comparación provisionales* de los 21

sistemas de montañas de la Europa occidental establecidos según las observaciones; y por tanto se hacía tanto más probable que la correlación que existe entre esos círculos máximos de comparación procedía de hallarse regidos muy aproximadamente, cuando menos, por las leyes de la simetría pentagonal ¹.—(ELIE DE BEAUMONT.—*Informe sobre los adelantos de la Estratigrafía, París 1869.*)

¹ El autor, habiendo expuesto en este capítulo los fundamentos de la red pentagonal, nos ha parecido digno de interés el recordar la serie de consideraciones que le llevaron poco á poco, desde sus observaciones sobre los diferentes sistemas de montañas, á esta admirable síntesis que abarca sus leyes; sentados estos precedentes, el autor, en los capítulos sucesivos del mismo informe, pasa á ocuparse de la instalación de la red pentagonal, sobre la superficie del Globo, entrando luego en el estudio de las relaciones que existen entre la red pentagonal y las desigualdades de la corteza terrestre.

APÉNDICE B.

Forma de los continentes.

Hace tiempo que se ha notado cuán simétrica es la disposición general de los mares y de los continentes. Así, á partir de las regiones Antárticas, las aguas mandan hacia el Norte tres masas que terminan en punta: el Atlántico, el Pacífico y el Océano indico. Y por la inversa se destacan desde el Norte tres salientes continentales, que van estrechándose hasta acabar en punta hacia el Sur, que son la América, la Europa con el Africa, y por fin, el Asia, de la cual puede considerarse la Australia como la prolongación meridional.

Esta forma de los continentes en macizos que concluyen meridionalmente en punta, se encuentra, salvo cortas excepciones, en todas las penínsulas, presentándose en tal forma el Kamchastka, la Corea, la Indo-China, el Indostán, la Arabia, la Florida, la Escandinavia y todas las penínsulas mediterráneas, siendo quizás la Islandia y la Escocia las únicas penínsulas que dejan de sujetarse á esta ley.

Esto sentado, y sin entrar en el examen de las consideraciones geogénicas que pueden explicar tal disposición, podemos, cuando menos, expresar la importante deducción, que formularemos en los siguientes términos:

Consideradas en conjunto las masas continentales, parecen como si estuvieran agrupadas en torno de tres aristas salientes que tendieran á aproximarse al eje de los polos al ir bajando del Ecuador á las latitudes centrales. Las puntas de la tierra del Fuego, del Cabo de Buena Esperanza y de la Trasmánia marcarían los sitios en que penetran las tierras en el mar, mientras que cerca del polo emergen en una saliente común bajo la forma del continente Antártico.—(DE LAPPARENT, *Géologie*.)

APÉNDICE C.

Geología Fisiográfica.

	Altitudes medias en metros.	Elevación producida sobre la Europa en metros.	Regiones ordenadas según su altitud media.
Suiza.....	1299,91 ^m	5,40 ^m	1
Península Ibérica.....	700,60	43,24	2
Península de los Balkanes..	579,50	26,68	3
Austria.....	517,87	32,87	4
Península de los Apeninos.	517,17	15,62	5
Escandinavia.....	428,10	33,22	6
Francia.....	393,84	21,19	7
Rumanía.....	282,28	3,48	8
Gran Bretaña.....	217,70	7,05	9
Alemania.....	213,66	11,91	10
Rusia.....	167,09	96,46	11
Bélgica.....	163,36	0,49	12
Dinamarca con la Islandia.	352,18	5,11	13 ¹
Holanda.....	48,83	0,10	14 ²

¹ Sin comprender la Islandia la altura media de Dinamarca alcanza sólo 35^m20.

² Sin contar el Luxemburgo y las partes colocadas por bajo del nivel del mar, la altura media de Holanda es de 9^m6. (D. G. LEIPOLDT.)

La altura media de Europa que Humboldt calculaba en 205^m llega á 296^m838 según este trabajo, esto es, cerca de 300^m que es la altitud media que de Humboldt admitía para el conjunto de los continentes; y como la Europa es seguramente la parte menos elevada del mundo, debe admitirse que la altitud media de los continentes pasa de 300^m. (*Extraits de Geologie, pour les années de 1875-1876.*—DELESSE ET DE LAPPARENT.)

APÉNDICE D

Análisis de los principales accidentes orográficos de la Península.

Procediendo de Norte á Sur las principales divisorias que se presentan sucesivamente son como sigue:

I. DIVISORIA SEPTENTRIONAL HESPÉRICA. Esta divisoria, que en su gran extensión atraviesa las múltiples regiones de los antiguos galos, astures, cántabros, várdulos, vascones, etc., etc., es la que domina en realidad todo nuestro sistema orográfico, mostrando altitudes que sólo igualan ó superan algunas de las de la cordillera Penibética. Principia en Cabo Finisterre al Norte del río Pallas, y por Fonfría, Cedeira, Coba, Gistral, Pradairo, Pájaro, traza en Galicia los primeros lineamientos de la cordillera Vídica, dejando hacia el Norte el pequeño ramal que muere en punta de la Estaca, y siguiendo á Levante por Miravalles, Rabo, Ubiña, Braña-Caballo, Mampodre, Valdecebolla, Valnera, Haro, Aitzllustz, Aitzgorri é Irumugarieta, penetra por Orzanzurieta, en la cordillera Pirenáica, que á su vez nos enlaza con lo restante del continente: desde el punto de encuentro marcha la Pirenáica á Poniente por la Rhune al Golfo de Vizcaya, y á Levante por Orhi, Anie, Baletous, Troumousse, Maupas, Crabère, Monteal, Rouge y Salinas, hasta morir en Cabo Cervera.

Dos moles montañosas, separadas é independientes, constituyen en realidad la divisoria que consideramos: la *mole Vídica*¹ que baja hasta Moncalvo y el Teleno, y que por Rabo, Pájaro, Pradairo, Gistral, Coba, Cedeira y Fonfría alcanza á Finisterre, terminando por la banda opuesta junto á Reinosa; y la *mole Pirenáica* que se extiende sin discontinuidad, desde la Rhune á Cabo Creus. Entre ambas los montes Várdulos, con la serie de sus mogotes, que sobresalen á altitudes variables de 1.000 á 1.500 metros, establecen el citado enlace completando el áspero valladar que por el Septentrión protege nuestra Península.

¹ Los montes Vídicos, son, según D. Aureliano Fernández y Guerra, los que se extienden desde el nacimiento de los Ríos Tera, Quiroga, Eria, Duerna, Cabrera, Eo y Navia, hasta el nacimiento del Ebro sobre Reinosa, y comprenden los llamados hoy montes Astúricos, que se enlazan en Pájaro y Miravalles con los montes Galaicos.

En las faldas meridionales de esta divisoria nacen el Tambre, y el Miño con su afluente el Sil, el Orbigo, el Esla, y el Cea, que unen sus aguas antes de llegar al Duero; el Valderaduey, el Carrión, el Valdavia, el Buedo, el Odra, el Arlanzón, el Pisuerga, el Arlanza, y el Esgueva: todos tributarios del gran río de Castilla la Vieja. Vienen luego el Ebro, al cual se juntan por su margen izquierda el Ega, el Arga, el Aragón, el Arba, el Gallego, el Isuela y el Alcanadre, que se unen al Cinca, ambos ríos Nogueras unidos con el Segre; aumentando unos y otros con sus caudales el que nació en Fontibre.

Nacen todavía en esta divisoria, descendiendo directamente al Mediterráneo, las aguas del Cardoner, del Llobregat, del Ter, del Fluvía y del Muga, separadas de la cuenca del Ebro por el pequeño ramal del Pirineo que se dirige por Cadi, Pinós, Suro, Prades y Llaveria, formando los montes Laletanos, que, aun cuando aislados en cierto modo, deben considerarse más propiamente como la prolongación de aquella otra de nuestras importantes cordilleras que corre á encontrar la Pirenaica para cerrar la cuenca del Ebro.

La proximidad al Océano de la divisoria Septentrional Hespérica en la parte que corresponde á nuestro territorio, hace que en sus faldas del Norte sean de cortísima extensión la multitud de corrientes que precipitan al mar su accidentada carrera, siendo las principales el Eo, el Navia, el Nación, el Deva, el Bidasoa, que nos separa de la vecina Francia; principiendo luego los caudalósísimos veneros del Adour, del Garona, del Arriege, del Aude, del Tet y del Tech, que ya con largo desarrollo fertilizan con sus aguas los campos de las antiguas Galias.

Algo accidentada se presenta la extensa línea de esta divisoria, y sin embargo, los 34 arrumbamientos principales que ¹ sobre 1.220 kilómetros marcan la separación de las aguas, se compensan en cierto modo, pues 14 señalan por término medio el rumbo E. 21°, 38', 34" N.; y 15 el O. 21°, 10' N.; oscilando, por tanto, unos y otros al rededor de una línea orientada E. 0°, 30', 52" y 5 N., ó sea de Levante á Poniente: de los 14 arrumbamientos al E. 21°, 38', 34" N., 10 pertenecen á la cordillera occidental, y sólo cuatro

¹ DIVISORIA SEPTENTRIONAL HESPÉRICA.

Cabo-Finisterre á Fonfría	E 43°30' N	Irumagarieta á Ozanzurieta	E 4° N
Fonfría á Cedeira	E 19° N	Ozanzurieta á Peña de Ory	O 9° N
Cedeira á Coba	O 17°30' N	Peña de Ory á Pico de Anic	O 10° N
Coba á Gistral	N 38°30' E	Pico de Anie á Baletous	O 19° N
Gistral á Pradairo	N 28°30' O	Baletous á Monte Perdido	O 34° N
Pradairo á Pájaro	N 13° O	Mte. Perdido á Tres Sorores	E 39° N
Pájaro á Miravalles	N 38°30' E	Tres Sorores á Pico de Posets	O 30°30' N
Miravalles á Rabo	E 41° N	Pico de Posets á Maupas	E 20°30' N
Rabo á Ubiña	O 21°30' N	Maupas á Crabère	N 29°30' E
Ubiña á Braña-Caballo	E 8° N	Crabère á Montcal	O 24°30' N
Braña-Caballo á Mampodre	E 7°30' N	Montcal á Rouges	O 16° N
Mampodre á Valdeceholla	E 6°30' N	Rouges á Liouses	O 34°30' N
Valdeceholla á Valnera	E 23° N	Liouses á 1640	O 20° N
Valnera á Peña de Haro	O 13°30' N	1640 á Salinas	E 28° N
Peña de Haro á Aitziltutz	E 10° N	Salinas á Salifore	E 13° N
Aitziltutz á Aitzgorri	O 31° N	Salifore á Cabo Cervera	O 15° N
Aitzgorri á Irumagarieta	E 9° N		

á la Pirenáica. Prescindiendo de los accidentes locales producidos por direcciones encontradas que llegan á tropezarse, ó por desnudaciones ulteriores, puede considerarse ese gran conjunto montañoso como obediendo á dos arribamientos distintos. El uno al E. 2º, 58', 20'', N. de Finisterre al punto de encuentro de los montes Vídicos con el Pirineo: el otro de Socoa á Cabo Cervera, en dirección O. 8º, 13', 20'' N., caracterizando esta última cordillera.

Divisoria entre Duero, Sil y Miño. Enlazado con la divisoria Hespérica Septentrional, y separando la cuenca del Sil y Miño de la del Duero, se desprende de la cordillera Vídica, en el punto donde cabalmente el macizo montañoso adquiere mayor desarrollo, el importante ramal que partiendo desde Ubiña marcha por Catoute, Teleno¹, Moncalvo, Seixo, Larouco y Cabreira, hasta morir en Sitania al N. de Oporto².

En su parte occidental hacia Rioscuro y Roble nace el Sil, que recibe como afluente el Valcárcel, el Selmo, el Boeza, el Cabrera, el Ribey y multitud de riachuelos y torrentes antes de llegar al Miño: río que nace igualmente en la parte occidental en la Sierra de Meira, y que aumentadas sus aguas con las del Magdalena, del Anllo, del Tamboga, del Parga, del Ferreira, el Neira, el Loyo, recibe, por fin, el Sil; y enriquecido más abajo con el Barbantiño, el Avia, el Arnoya, el Tea y el Louro, desagua en el Océano.

De la parte oriental de la divisoria nacen el Orbigo y sus afluentes el Luna, el Otero, el Gordón y el Tuerto, el Turiense, el Duorma, el Jamus y el Eria, el Tera, el Adiste, que vierten al Esla; el Sabor, el Tuas, el Tamega con sus diversos afluentes, que entran directamente en el Duero, y el río Ave, el río Cavado y el río Limia, que desaguan sin intermediarios en el Océano.

La dirección general de esta divisoria es al N. 48º, 9', 51'', 42 E., constituyendo dos ondas sensiblemente paralelas, con rumbo N. 38º, 36' E.: la primera de Larouco á Miravalles, rota al paso del Sil; la segunda de Moncalvo á Ubiña, á cuyo alrededor y casi á igual distancia al N. y al S. se encuentran los dos puntos nodales de Teleno y Catoute (2.188 metros, 2115 metros).

II. DIVISORIA SERRÁTICA, Ó DIVISORIA DE DUERO Y TAJO.—Considerada con respecto á las altitudes que presenta, merece esta divisoria figurar en tercer lugar entre las de la Península.

Por 790 kilómetros atraviesa la Lusitania, la Vetonia y el país de los Arevacos, manteniéndose generalmente de 1.500 á 2.000 metros por cima del nivel del mar, y aun llegando en Almanzor, Calvitero, Serrota alta, Hierro y Ocejón, á más de 2.500 metros.

¹ Teleno es el monte Medulio, por lo cual se llamaron montes Medulios los macizos desde el nacimiento del río Tera y del río Vivel, hasta el nacimiento del Orbigo.

² DIVISORIA ENTRE DUERO, SIL Y MIÑO. Los siete vértices que comprenden de esta divisoria tienen los siguientes arribamientos:

Sitania á Cabreira.....	N 38º30' E	Moncalvo á Teleno....	E 25º N
Cabreira á Larouco....	E 42º30' N	Teleno á Catoute....	N 6º E
Larouco á Seixo.....	N 37º30' E	Catoute á Ubiña.....	E 38º N
Seixo á Moncalvo....	E 0º30' N		

Principiando en Cabo de Roca con el vértice Monjes, sigue por Almanzor, Montejunto, Candievos, Sico, Louza, San Pedro, Estrella (anteriormente monte Herminio), Guarda y San Cornelio, y abandona el territorio portugués junto á Mezas; marcha luego por Sierra de Gata y Peña de Francia, y descendiendo al S. con Calvitero y Almanzor, forma con Serrota, Valdihuelo, Hierro, Colgadizos, Ocejón, Boderá y Ministra, la más larga y caracterizada arista de la cordillera Serrática, que llega á juntarse en el Moncayo con la mole del Idúbeda, constituyendo una masa montañosa tan importante, que como lo tenemos dicho, sin prestarla nombre determinado, los árabes la designaban con el apelativo característico de la *Sierra*.

Corren al N. de esta divisoria en Portugal el Mondego y el Vouga con sus cuencas separadas, tributarios probables del Duero en otros tiempos; y los ríos Paiva, Tabora, Teja, Coa, Pinhel, Torres y el Turone, que marca en parte la frontera. Siguen luego el Aguila, que baña á Ciudad Rodrigo, el Yeltes y el Huebra con otros pequeños afluentes, que luego corren unidos; el Tormes, ya de señalada importancia, el Guareña y el Trabancos, el Zapardiel, el Adaja, en cuyas aguas vienen á confundirse las del Voltoya y del Eresma; los llamados Cega, Duratón, Botijas, Riaza, Pedro, Talegonos, Escalote, Mozón, Rituerto, y por fin, el Merdancho y el Tera, que se unen al Duero no lejos del sitio en que se levantaba la antigua Numancia.

Por el S. y desprendiéndose de tan numerosa hilera de cumbres, vienen al Tajo el Zezere, el Ocreza, el Ponsul, el Eljas, que divide á España de Portugal; el Alagon, al que se unen el Gata y Arago; el Tiétar; el Alberche, que separa las sierras de Gredos y de San Vicente de las Parameras de Avila; el Guadarrama, el Manzanares, el Lozoya y el Henares, que unidos con el Tajuña, entran en el cauce principal; y por fin, el Ablanquejo, el Gallo, el Cabrita, y asimismo el Guadiela, el Cuervo y el Escabas, todos en la margen izquierda, y que por nacer en las faldas del cerro de San Felipe, y por su importancia merecen considerarse como las verdaderas fuentes del caudaloso río, con mayor motivo que el humildísimo manantial, que resguardado por el corcho de una colmena, surge en lo alto de la Muela de San Juan.

Veinticuatro arrumbamientos ⁴ son los que presenta esta divisoria, de Monjes á Moncayo, con orientación general de N. 58°, 45' E., ó sea

⁴ DIVISORIA SERRÁTICA Ó DIVISORIA ENTRE DUERO Y TAJO.

Monjes á Almargen.....	E	25°	N	Mezas á Guinaldo.....	N	28°30'	E
Almargen á Malveira.....	N	8°	E	Guinaldo á Francia.....	E	8°30'	N
Malveira á Altos de Villaseca.	N	32°	E	Francia á Peña Gudiña....	E	35°	N
Alt. de Villaseca á Montejunto	N	30°30'	E	Peña Gudiña á Calvitero....	N	11°	E
Montejunto á Candievos.....	N	19°	E	Calvitero á Almanzor.....	O	11°30'	N
Candievos á Sico.....	N	41°	E	Almanzor á Serrota.....	N	28°	E
Sico á Louzaa.....	N	39°	E	Serrota á Valdihuelo.....	E	17°30'	N
Louzaa á 1100.....	E	19°	N	Valdihuelo á Hierro.....	E	21°30'	N
1100 á Estrella.....	E	42°30'	N	Hierro á Colgadizos.....	N	32°30'	E
Estrella á Guarda.....	E	42°30'	N	Colgadizos á 1278m.....	E	18°	N
Guarda á S. Cornelio.....	S	10°	E	1278m á Altos de Barahona.	O	20°30'	N
S. Cornelio á Mezas.....	O	13°30'	N	Altos de Barahona á Moncayo.	E	43°30'	N

E.31º, 30' N. Esta dirección fundamental se descompone á su vez en dos direcciones principales: la 1.ª de Monjes á Sico correspondiente al Sierra de Cintra, al rumbo N. 32º, 35', 43'',85 E.; y la 2.ª al E. 35, 59'20" N., dirección media de las Sierras de la Estrella, de Gata y de Gredos y Guadarrama, que casi paralelas forman escalonadas tres secciones reunidas por otros tantos eslabones de corta extensión que vienen de Guarda á San Cornelio, de Mezas á Guinaldo y de Peña Gudiña á Calvitero

III. DIVISORIA CARPETO-LALETANA.—Divisoria Carpetana: Divisoria entre Tajo y Sado; Tajo y Guadiana.

1.ª *Divisoria Carpetana.* La divisoria entre el Tajo y el Sado primero y el Tajo y Guadiana, al remontarse hacia su nacimiento, mide en su trayecto unos 860 kilómetros, y atraviesa las regiones de los antiguos Lusitanos, Celtas y Carpetanos, presentando en esta última comarca sus mayores altitudes: por lo cual llamaremos *montes Carpetanos* á los montes que la constituyen, y no montes Oretanos como suelen apellidarlos algunos geógrafos. De escaso relieve en su mayor parte, quedan muy claramente sembrados en el largo trayecto que recorre desde Cabo Espichel hasta unirse en el cerro de San Felipe con el Idúbeda, los islotes superiores á mil metros.

En el Idúbeda, no termina, sin embargo, la citada divisoria; pues tras-pasando esta importante mole, se continúa, según lo veremos seguidamente, hasta el Pirineo, constituyendo el accidente orográfico que sin discontinuidad afecta nuestro territorio en mayor escala, pues lo cruza de S. O. á N. E. sobre una longitud de 1340 kilómetros.

Por la parte N. de esta divisoria, empezando desde su origen, corren el Tajo y el Guadiela, con sus varios afluentes Cuervo, Escabas, Guadalmejid, Huete, Mayor, Torión, Algodor, Pusa, Sangrera, que desemboca á corta distancia del Alberche; los ríos Ibor, Almonte, Salor, Aurela, y el Sever, que marca los límites con Portugal; la Ribera de Niza, el Torco, la Ribeira de Mugem; el río Zatas, con quien juntan sus aguas el Ervedal y el Sor, y por fin, el río Canha Almanzor.

Por la vertiente N. bajan al Guadiana el Zancara, el Gigueta con el Riánzares, el Bañuelos, el Bullaque, el Valdehorno, el Estena con varios afluentes, el Guadarranque, y el Guadalupejo, que, así como el río Ruecas, tienen su origen en las Villuercas; varios otros riachuelos que nacen en las faldas de la Sierra de San Pedro, el río Gévora, el de Caia, que desagua entre Elvas y Badajoz; y el Dejebe, que nace cerca de Evora y va á rendir sus aguas al río Sadio ó Sado por limitadas corrientes que vierten sus caudales junto á Setubal. Al llegar á Badajoz el Guadiana, torciendo repentinamente su curso, su divisoria deja á poco de partir aguas con el Tajo; haciéndolo con el Sado, que desde las estribaciones de Sierra Monchique se desliza hasta el mar por la vaguada de un antiguo golfo donde penetraba el Atlántico.

Desde Evora hacia el S. la divisoria entre el Tajo y Sado vierte al primero, entre varios pequeños afluentes, el Odearce, el río Terjes, que nace cerca de Castro Verde, y que con el río Cobres junta sus aguas, la Ribera d'Oiras y la Ribera Vascão, que desagua un poco más bajo que el Chanza, el Foupana y la Ribera de Odeleite.

Veintiseis arrumbamientos ¹ señala la línea ondulada que desde el Cabo Espichel sigue hasta el cerro de San Felipe, y estos se reúnen en la dirección fundamental N. 66°, 11', 32'', 30, E. ó sea E. 23°, 48', 27'', 70 N.: desde Oliverinho, junto á Evora, la divisoria entre Guadiana y Sado, baja hasta tropezar con la Sierra de Monchique, siendo, en suma, su dirección del N. 10°, 15' O., á S. 10°, 15' E. ².

2.º *Divisoria Laletana entre Ebro y Ter, Llobregat, Fluviá y Francolí.*— Esta divisoria, que sobre una longitud de 480 kilómetros separa los afluentes del Ebro de las aguas que vierten directamente al Mediterráneo, es en realidad, como acabamos de decirlo, la continuación de la divisoria Carpetana y el antiguo valladar que cerraba la cuenca del Ebro en la época en que este río no había logrado todavía abrirse paso hasta el mar por los desfiladeros que desde Flix, Ascó, Mora y Tivenys se conocen con los nombres de Pas del Ase y de la Llibrería, ayudando asimismo al desagüe de aquel lago terciario el otro estrecho que más al N. existe en Montblanc entre Montagut y Monsant.

En su trayecto, esta divisoria, arrancando de la parte más elevada de la Celtiberia, atraviesa el país de los antiguos Ilercaones, Ilergetes, Accetanos, etc., y se junta con las estribaciones pirenaicas no lejos de la región

¹ DIVISORIA CARPETO LALETANA.

Cabo Espichel á Coimbra y Palmella.....	E 35°	N
Palmella á <i>a</i>	E 24°	N
<i>a</i> á Vendas Noves.....	E 22°	N
Vendas Noves á <i>b</i>	O 29°	N
<i>b</i> á Boa.....	O 20°	N
Boa á Oliverinha.....	E 44°	N
Oliverinha á Ossa.....	E 18°	N
Ossa á San Aleixo.....	N 30°	E
San Aleixo á Assumar.....	N 30°30'	E
Assumar á San Mamede.....	N 3°	E
San Mamede á Montánchez.....	O 6°	N
Montánchez á Pedro Gómez.....	E 30°	N
Pedro Gómez á Cervales.....	E 26°	N
Cervales á Cumbres Altas.....	E 10°	N
Cumbres Altas á Corral de Cantos.....	O 4°	N
Corral de Cantos á Amor.....	E 2°	N
Amor á Calderina.....	N 45°	O
Calderina á Carbonera.....	E 43°	N
Carbonera á Romeral.....	N 42°	E
Romeral á Gollino.....	E 36°	N
Gollino á Altomira.....	N 32°30'	E
Altomira á Rebollo.....	N 25°	O
Rebollo á <i>c</i>	E 39°	N
<i>c</i> á <i>d</i>	E 2°	N
<i>d</i> á Losares.....	N 17°	E
Losares á San Felipe.....	E 32°	N

DIVISORIA ENTRE GUADIANA Y SADO.

Oliverinho á Espineira.....	N 9°	O
Espineira á Mendro.....	S 8°	E
Mendro á Ursa.....	S 23°	O
Ursa á Mú.....	S 17°	E

Laletana, por lo cual la designamos con el nombre de Divisoria de los montes Ilercaones y Laletanos.

Salvo en la parte que comprende el Idúbeda y el Pirineo, las altitudes que alcanza no pasan de 1.200 á 1.300 metros.

Por las vertientes occidentales de esta divisoria algunos pequeños veyeros, entre los que descuella el Ciurana, vienen á aumentar los afluentes del Ebro; mas por las occidentales se deslizan con fuerte pendiente y directamente al Mediterráneo, hasta cuyas orillas llegan las estribaciones del Pirineo, el Fluviá, el Ter, el Tordera, el Llobregat, con el Cardoner y el Francolí, siendo éste el último río de alguna importancia que llega al mar, pues de la pequeña masa de los montes Ilercaones, sólo se desprenden algunas ramblas y torrentes.

De San Felipe á Liouses trece son los arrumbamientos ¹ que sigue la divisoria, y éstos dan como dirección fundamental N. 66°, 13', 50", 76, E., que sólo se diferencia de la que hemos obtenido anteriormente para los montes Carpetanos en 0.° 2', 18", 46.

IV. DIVISORIA DEL IDÚBEDA.—*Divisoria entre Ebro y Turia y los ríos Duero, Tajo, Guadiana y Júcar.*—Partiendo esta divisoria de Peña Labra, sigue por la sierra de Híjar, una de las estribaciones de los montes Vindicos, y pasa por cerca de Fombellida, dirigiéndose á la venta del Portalón de San Pablo; y por los altos de Bernori, de Ahedo y por Masa y los montes de Oca, va en busca de la sierra de la Demanda, trazando por los altos de Bureba, de Temiño y de la Brújula, la línea seca que en su nivel más bajo separa aquí las dos cuencas de Duero y Ebro; sigue luego elevándose inmediatamente á grandes altitudes por San Millán, Urbión, Cebollera, Matute y el Moncayo; y, torciendo hacia el Sur, desciende notablemente, trazando siempre la línea fronteriza entre Duero y Ebro, hasta que al llegar á los altos de Barahona y de Miño del Ducado, abandona las aguas del primero por las del Tajo, y, pasando por las faldas de Sierra Ministra, marcha por las Parameras de Molina, la Menera y Sierra de Albarracín, á la Muela de San Juan, punto de enlace del Cerro de San Felipe y de los Montes Universales, á cuyos alrededores nacen los cuatro ríos, Tajo, Turia, Cabriel y Júcar: de aquí marcha la divisoria á Sierra Alta, Peña Palomera, Sierra de San Justo, Peñarroya y Ares hasta llegar al mar al pie del Desierto de las Palmas.

¹ DIVISORIA LALETANA.

San Felipe á Sierra Alta.....	E 22°	N
Sierra Alta á Palomera.....	E 23°	N
Palomera á a.....	N 5°	E
a á San Justo.....	N 90°	E
San Justo á Peñarroya.....	N 17°	O
Peñarroya á Ares.....	E 10°30'	N
Ares á Tosal.....	N 37°30'	E
Tosal á Llavería.....	E 37°	N
Llavería á Montblanc.....	N 29°30'	E
Montblanc á Suró.....	N 44°	E
Suró á Pinós.....	N 43°	E
Pinós á Cadí.....	N 7°30'	O
Cadí á Liouses.....	E 25°	N

De esta larga línea, que comprende toda la mole del Idúbeda, y que corre por 680 kilómetros, casi siempre por altitudes de 1.500 á 2.300 metros, se desprenden al N. el Abiada, el Marandrerros, el Híjar y multitud de otros arroyuelos que llevan sus aguas al Ebro á corta distancia de su nacimiento; vienen luego el Izara, el Polla, el Mardancho, el Rudrón, el Omino, que junta sus aguas con el Oca, el Tirón, el Najerillo, el Iregua, el Leza ó Larza, el Jubera, el Cidacos, el Linares, el Alhama, el Añamaza, el Queltes, el Jalón que arranca cerca de la divisoria con la cuenca del Tajo, y que antes de afluir al Ebro recibe, entre otros muchos afluentes, el caudaloso Jiloca, que á su vez separa corto espacio de la cuenca del Guadalaviar.

Algo más á Levante se desprenden sucesivamente de la divisoria los ríos Aguas, Martín, Guadalupe, Matarrana, que rinden sus caudales al Ebro, y el Cenia, que entra en el mar entre Vinaroz y el Puerto de los Alfaques.

Por la banda Sur nacen el Pisuerga, el Valberrona, el Lucio, el Odra, el Brulles, todos tributarios del primero; el Urbel, el Ubiconá, con otros varios, que van al Arlanzón, cuyas fuentes surgen asimismo junto al río Cabado en las faldas de la Sierra de la Demanda; viene luego el río Pedroso, que se une con el Arlanza; el Duero en las faldas de la sierra de Urbión, con la multitud de arroyos que desde las sierras Cebollera de Alba, de Castelfrío, del Almuerzo, del Madero y del mismo Moncayo bajan á engrosar sus corrientes y las de las sierras del Tablado de Toramo (río Araviana), del monte de Matas Altas (arroyo de Veguillas), el Rituerto que nace en los altos del monte de Aramón, recibiendo multitud de pequeños afluentes, hasta que pasado Puerto Llano, recogen todas las vertientes al Duero, los arroyos Morón, Bordecores, y pasado Miño del Ducado, entra la divisoria á partir aguas, con la cuenca del Tajo, con el Henares, el Tajuña, el Ablanquejo, los afluentes que de las Parameras de Molina bajan al río Gallo, el nacimiento de éste mismo en la Sierra de Albarraçín, y por fin, en la Muela de San Juan, al encuentro del Cerro de San Felipe, con los Montes Universales, las fuentes del Tajo, los de Júcar, y luego el Guadazón, el Cabriel y el Guadalaviar, su afluente el Alfambra; y por fin, los ríos Palancia y Mijares, que desaguan directamente en el mar.

Desde Peña Labra hasta las orillas del mar, junto al Desierto de las Palmas, corre esta divisoria marcando 21 arrumbamientos ¹, siendo la dirección fundamental al O. 7°, 24', 17" 19 N.

¹ DIVISORIA DEL IDÚBEDA.

Peña Labra y Fontibre á Venta del Portalón.	O	20°	N
Venta del Portalón á <i>a</i>	N	11°	E
<i>a</i> á <i>b</i>	O	7°	N
<i>b</i> á cerca de Peña Amaya.....	E	10°	N
cerca de Peña Amaya á <i>c</i>	O	25°	N
<i>c</i> á <i>d</i>	E	3°	N
<i>d</i> á Brújula.....	E	42°30'	N
Brújula á San Millán.....	O	41°30'	N
San Millán á Cebollera.....	O	30°30'	N

Antes de abandonar el Idúbeda, conviene fijar la atención en la gran quiebra que desde Santa Cruz á los Pelados de Mira rompe la pesada mole en toda su longitud, continuando luego más al Sur, por el valle de Co-frentes y de Ayora, hasta terminar junto á los llanos de Almansa. La di-rección de esta quiebra es próximamente al N. 5°, O., y en su parte superior corren, en opuesto sentido, el Jiloca y el Guadalaviar por entre Peña Palomera, Sierra de Gudar y Javalambre, que quedan al Oriente, y la Sierra de Albarracín y los Montes Universales, que se levantan al Oc-cidente.

V. DIVISORIA MARIÁNICA-CONTESTANA-BALEAR.—Esta divisoria es en realidad la que da fin al sistema hespérico propiamente dicho, pues todo concurre á marcar sus vertientes del Sur, como límite de nuestra Penín-sula, hasta que ya en época relativamente reciente, vino á agregársele toda la región meridional, cuya fauna, flora y estructura recuerdan evi-dentemente al Continente africano, del cual la segregaron accidentes se-cundarios.

Principiando en Monte Gordo, junto á la desembocadura del Guadia-na, sigue esta divisoria por los vértices Virgen de la Peña, Don Pedro, Aracena, Tentúdia y Bienvenida; ya cerca de la Venta del Puerto tuerce bruscamente al N. O. para alcanzar á Calaveruela, Peñarroya, Judío y Al-modóvar, siguiendo de nuevo por Mojina, Cabeza de Buey, Despeñape-rros y Castellanos; en Barreros, después de recorrer 565 kilómetros, se une con la gran divisoria inter-oceánica mediterránea; pero traspasándola, sin embargo, más allá de Roble, continúa entre Madroño y Mulatón, para lle-gar á la Oliva, bajar á la sierra de Jijona, y alcanzar por Aitana y Serella el Mongó, donde muere aparentemente en Cabo San Antonio: desde allí continúa, sin embargo todavía, pero submarina, para reaparecer á tre-chos en los montes de las Baleares.

Por la banda Norte de la parte oceánica caen al río Giguela las aguas del Guadiana Alto y del Azuel, que ya unidas con las vertientes superio-res de la divisoria Carpetana, forman el Guadiana; recibiendo luego el Jabalón, el Argamasilla y el Zújar que junta los caudales del Esteras, del Valdeazogue y del Guadalmez, el Matachel, el Guadajira, el Albuera, la Ribera de Guadalim, el Ardila, la Ribera de Chanza el Malagón con sus múltiples afluentes, y algunos otros pequeños arroyos que llegan hasta el mar.

Cebollera á Moncayo.....	O 19°	N
Moncayo á 1150.....	N 41°30'	E
1150 á Judes.....	O 5°	N
Judes á Aragoncillo.....	N 29°	O
Aragoncillo á Aguila.....	O 27°	N
Aguila á Sierra Alta.....	N 16°	O
Sierra Alta á Palomera.....	E 23°	N
Palomera á e.....	N 5°	E
e á Cerro de San Justo.....	N 90°	E
Cerro de San Justo á Peñarroya.....	S 17°	E
Peñarroya á Ares.....	E 10°39'	N
Ares á Desierto de las Palmas..	S 16°30'	E

Por la parte meridional caen juntos al Guadalquivir, el Guadarmena, el Guadalimar, el Guarrizas, el Rumblar, el Jándula que con sus afluentes el río Yeguas, el Guadalmellado, en que vienen unidos el Guadalbarbo, el Cuzna y otros pequeños afluentes, el Guadiato, el Bembezar, la Ribera de Huesna, el río Viar, el río Cala, el Guadiamar, el río Tinto y por fin, el río Udiel, que desemboca directamente en la ría de Huelva.

De los montes Contestanos se desprenden al N. los ríos Pozo Cañada y Pozuelo, y los de Balazote y del Bonillo, que se presentan cerca de Albacete; los de Ayora y Jalance, y el río de Albaida al que se une el de Onteniente, tributarios todos del Júcar; el Serpis, que nace en Sierra Mariola, y el Itrona, que ambos desaguan directamente al Mediterráneo.

Por la parte Sur corren el Maderas, el río de Ontur y el Albatana, que van á parar al Mundo; el río Ina, cuyas aguas van al Segura con las de algunos otros afluentes; el Vinalapó, el Monnegre ó de Castalla, el de Villajoyosa, el Algar y el Gorgos, que desaguan directa y separadamente en el Mediterráneo.

De cortísima importancia son necesariamente las corrientes fluviales en la parte de las *Baleares*, reduciéndose á corto número de ramblas. Lo que merece fijar la atención es la dilatada depresión, que con profundidad variable de 500 á 1.000 metros, separa la Península de Ibiza, enlazándose las tres islas por estrechísima cresta, que si marca 500 metros de profundidad entre las dos primeras, llega sólo á 100 metros por bajo de la superficie entre Mallorca y Menorca.

Quince arrumbamientos caracterizan esta divisoria en su primera parte ¹, nueve la de los montes Contestanos ² y trece la de la cordillera

¹ DIVISORIA DE LOS MONTES MARIÁNICOS.

Monte Gordo á Virgen de la Peña.....	N 34°	E
Virgen de la Peña á Aracena.....	E 40°	N
Aracena á Tentúdia.....	E 35°	N
Tentúdia á Bienvenida.....	N 37°30'	E
Bienvenida á Calaveruela.....	O 3°	N
Calaveruela á Peñarroya.....	E 19°30'	N
Peñarroya á <i>a</i>	E 5°	N
<i>a</i> á <i>b</i>	O 35°	N
<i>b</i> á Judío.....	N 5°30'	O
Judío á Almodóvar.....	E 27°	N
Almodóvar á Mogina.....	O 16°	N
Mogina á Puerto Despeñaperros.....	O 31°	N
Puerto Despeñaperros á Cabeza de Buey...	E 30°30'	N
Cabeza de Buey á Castellanos.....	O 4°	N
Castellanos á Cerro de los Barreros.....	N 39°30'	E

² DIVISORIA DE LOS MONTES CONTESTANOS.

Cerro de los Barreros á <i>a</i>	N 33°	E
<i>a</i> á Roble.....	E 3°	N
Roble á <i>b</i>	O 2°	N
<i>b</i> á <i>c</i>	E 37°30'	N
<i>c</i> á Oliva.....	O 25°30'	N
Oliva á Mariola.....	E 5°	N
Mariola á Peña de Jijona.....	S 7°30'	O
Peña de Jijona á <i>d</i>	N 40°	E
<i>d</i> á Mongó.....	E 5°	N

submarina Balear ¹, marcando en conjunto el rumbo N. 72°37'17", 84 E., ó sea E. 17°22'42"16 N y solo E 11° 37' N desde Cabo San Vicente á Cabo Favaritx.

Prescindiendo de los accidentes locales que obedecen á causas especiales, la larga divisoria que consideramos, se descompone en tres arribamientos fundamentales:

De Monte-Gordo á Bienvenida.	N 44° 1'30" E
De Bienvenida á Cabo San Antonio.....	E 9° 6' N
De C.° S.ª Ant.º á Isla de Menorca ó Cordill. submar.	E 21°18'56" N

VI. DIVISORIA INTER-OCEÁNICA MEDITERRÁNEA.—Esta divisoria, que sin discontinuidad atraviesa toda la Península por 1.570 kilómetros, desde Luna á Maranges, marcando la separación de aguas que marchan de un lado al Océano, y por el opuesto vierten al Mediterráneo, puede considerarse como dividida en tres trozos: el uno, que al Mediodía representa la equivalencia del Sistema Cantábrico, y que llamaremos *Divisoria Meridional Hespérica, ó Divisoria Bética*; el segundo, que, dirigiéndose al Norte, va desde el Chullo á Peña Labra, y señalaremos con el nombre de *Divisoria Ibérica*; y el tercero, por fin, que citamos por memoria, y del que haremos caso omiso en la descripción, por correr unido desde Peña Labra hasta Maranges, con el sistema septentrional que ya consideramos anteriormente.

1. *Divisoria Meridional Hespérica, ó Divisoria Bética*.—Corresponde esta divisoria á la larga línea quebrada, que en extensión de 560 kilómetros forma la principal arista del gran grupo montañoso que señalábamos antes como agregado posteriormente al sistema hespérico fundamental.

Al Norte, el Guadalquivir y los montes Contestanos limitan tan extenso territorio, que circuyen por los demás rumbos el Océano y el Mediterráneo: dentro de este recinto, Mulhacén y Veleta encierran las mayores altitudes de toda la Península, agrupándose en derredor muchos y altísimos montes, que aun cuando desde Luna á Roble, esto es, desde su origen junto al Estrecho, hasta su enlace con los montes Contestanos, aparecen como divididos y dispuestos en crestas paralelas, tienen, sin em-

¹ DIVISORIA SUBMARINA BALEAR.

Cabo de San Antonio á <i>a</i> en el mar.....	E 4°30' S
<i>a</i> á Isla de Vedra.....	E 19°30' N
Isla de Vedra á <i>b</i> de Ibiza.....	E 28°30' N
<i>b</i> Ibiza á Punta Grosa.....	E 43° N
Punta Grosa á Cabo de la Mola.....	E 38°30' N
Cabo de la Mola á Pico de Galatzo.....	N 39° E
Pico de Galatzo á Sóller.....	E 36° N
Sóller á Silla de Torrellas.....	E 30° N
Silla de Torrellas á Cabo del Pinar.....	E 4°30' N
Cabo del Pinar á <i>c</i> en el mar.....	E 6°30' S
<i>c</i> á Ciudadela de Menorca.....	E 30°30' N
Ciudadela á Monte Toro.....	E 16° N
Monte Toro á Cabo de Favaritx.....	E 9°30' S

bargo, vistos desde alto, tal sello de unidad, que ya los Geógrafos antiguos, sin dejar de notar las convenientes subdivisiones, señalaban el conjunto con el nombre genérico de Montes Orospedanos ⁴, á pesar de las alteraciones profundas que en el transcurso del tiempo han producido en su aspecto y forma los agentes dinámicos y atmosféricos, y de las que como ejemplo citaremos, entre otras, el Circo de Baza y Guadix, labrado por las aguas para dar paso á algunos de los principales afluentes del Guadalquivir por entre Sierra-Sagra y Sierra-Mágina, que no mide menos de 2.920 Km²; el otro circo, algo menor, que comprende toda la extensa vega de Granada, y que recoge las vertientes de Veleta, Orduña, Parapanda y Cerro Gordo, para verterlas con las aguas de Darro y Genil por las estrechas gargantas de los Infiernos de Loja; y asimismo la formidable quiebra que en los Tajos de Gaitán, repite, aun cuando en escala muy reducida, el fenómeno que ya hicimos notar en los montes del Idúbeda.

De las faldas de esta divisoria, corren al Océano, ya directamente, ya desaguando en el Guadalquivir, los ríos Barbate, Salado de Conil, Guadalete, Salado de Espejo, Salado de Morón, Guadaira, Corbones, Madre Vieja, Darro, Genil, Guadajoz, Porcuna, Guadalbullón, Cubillas del Manzanil, el Guadahortuna, el Húelago, el Fardes, el Gor, el Iborre, el Guardal, el Marchal, el Castril, el Guadiana menor y el mismo Guadalquivir, cuyo nacimiento se coloca entre la Sierra del Pozo y de Cazorla, en el sitio llamado el Corralón, por más que su dirección principal y genuina indicaría sus orígenes en las fuentes del Guadarmena, más allá de Alcaraz, y que en realidad debiera referirse al del río Fardes, en las faldas septentrionales del Mulhacén, si como manantiales verdaderos de un río merecen considerarse los que de origen constante nacen á mayores altitudes.

Por la banda opuesta de la divisoria, todas las aguas vierten al Mediterráneo, siendo los principales afluentes entre el Guadarranque, que desagua en la bahía de Algeciras, y el río Mundo, que une sus aguas al Segura, el Guadiaro, el Guadalмира, el Guadalhorce, el Guadalupe, el Albuñol, el Adra; el Almería con el Andarax, el Sorbas, el Almanzora y todos los tributarios de la margen derecha del Segura.

⁴ Con el nombre general de Monte Oróspeda, comprendían los geógrafos Romanos la inmensa mole que desde el Sur de Albacete corre por las Sierras de Alcaraz y Nevada hasta Gibraltar, dividiéndola, sin embargo, en cinco grupos.

1.º *Monte Oróspeda*, propiamente dicho que comprendía las Sierras de Alcaraz, de Segura y de Cazorla, teniendo su origen en Sierra Sagra.

2.º *Monte Solario*, que partiendo de Monte Solario (Mulhacén), abarcaba las Sierras María, de las Estancias, de Filabres, Baza y Nevada.

3.º *Los Montes del Ilipula*, que desde Sierra de las Albuñuelas y Sierra Almjara, alcanzaban las Sierras de Loja y Antequera.

4.º *Los Montes Barbesios*, que desde la Sierra Bermeja, de Tolox, de Ronda, de los Algodonales, del Pinar y del Algibe, llegaban hasta Gibraltar, y por fin

5.º *Los Montes de Parapanda*, que con la Sierra del mismo nombre, comprende las de Priego hasta Sierra Mágina, y marca los límites de Granada y Jaén.

Los 17 arrumbamientos ¹ que marcan la principal y más elevada cresta de estos montes, desde Luna á Santi Espiritu, señalan en definitiva el rumbo de E. 7°1' N.

Para la divisoria Bética, propiamente dicha, desde su origen hasta su encuentro con los montes Contestanos, se obtiene como resultado de sus 21 arrumbamientos ² la orientación E. 22°48' N., que es asimismo próximamente la que repiten sus diversas crestas paralelas.

2. *Divisoria Ibérica.*—Constituye esta divisoria el segundo trozo en que consideramos dividida la línea de separación de aguas entre ambos mares, y el accidente que, por su influencia capital, informa toda nuestra Península, atravesándola en sentido precisamente de Norte á Sur, y enlazándose tan íntimamente con las anteriormente descritas, que justifica el nombre con que la señalamos.

¹ DIVISORIA MERIDIONAL HESPÉRICA.

Luna á Algibe.....	N	8°	O
Algibe á Terril.....	N	36°	E
Terril á <i>a</i>	N	36°30'	E
<i>a</i> á al S. de Alameda.....	E	14°30'	N
S. de Alameda á Sierra Gorda.....	O	21°30'	N
Sierra Gorda á Navachica.....	O	33°	N
Navachica á Suspiro del Moro.....	N	7°30'	E
Suspiro del Moro á Mulhacén.....	O	7°	N
Mulhacén á Chullo.....	E	9°	N
Chullo á Sierra Filabres.....	N	20°	E
Sierra Filabres á Mojón de 4 puntas.....	E	5°	N
Mojón de 4 puntas á Vertientes.....	N	36°30'	E
Vertientes á Monte de la Jara.....	N	90°	E
Monte de la Jara á Divisoria.....	N	44°	O
Divisoria á Talayon.....	E	31°	N
Talayon á Algarrobo.....	S	34°	E
Algarrobo á Santi Espiritu.....	E	7°30'	S

² DIVISORIA DEL ORÓSPEDA Ó DIVISORIA BÉTICA.

Luna á Algibe.....	N	8°	O
Algibe á Terril.....	N	36°	E
Terril á <i>a</i>	N	36°30'	E
<i>a</i> al de Alameda.....	E	14°30'	N
De Alameda á Sierra-Gorda.....	O	21°30'	N
Sierra-Gorda á Navachica.....	O	33°	N
Navachica á Suspiro del Moro.....	N	7°30'	E
Suspiro del Moro á Mulhacén.....	O	7°	N
Mulhacén á Chullo.....	E	9°	N
Chullo á Alto de Filabres.....	N	20°	E
Alto de Filabres á Mojón de 4 puntas.....	E	5°	N
Mojón de 4 puntas á Vertientes.....	N	36°30'	E
Vertientes á Perea.....	N	14°	N
Perea á Sierra María.....	E	14°30'	N
Sierra María á Revolcadores.....	N	13°30'	O
Revolcadores á Sierra Sagra.....	O	22°	S
Sierra Sagra á Yelmo.....	N	9°	O
Yelmo á Calar.....	E	43°	N
Calar á Almenaras.....	N	12°	O
Almenaras á <i>b</i>	N	31°	E
<i>b</i> á Roble.....	E	3°	N

Con un largo total de 1.040 kilómetros, se dirige esta importante divisoria desde cabo de Gata á Tética, Perea, y luego sucesivamente á Sierra-Sagra, Yelmo, Calar y Almenara; en Barreros, abandonando el Oróspeda, atraviesa por alta mesa de unos 700 metros los llanos de la Mancha; entra en el Idúbeda por Mojón alto; y, siguiendo por Losares y San Felipe, se une en Sierra Alta á la divisoria de esta nueva mole, de la que no se separa, hasta que al finalizar la Sierra de San Millán, señala á unos 900 metros las líneas fronterizas de ambas cuencas de Duero y Ebro, llegando, por fin, más allá de las fuentes de este último río, á morir en Peña Labra el último asimismo de los montes Vindicos: ya aquí, se confunde la divisoria interoceánica mediterránea con la gran divisoria Hespérica septentrional hasta los montes de Maranges, donde penetra en territorio vecino, para continuar representando idéntico papel.

Sin entrar á repetir lo que ya hemos dicho en sus divisiones respectivas, nos bastará recordar, que desde la larga cresta de la divisoria interoceánica mediterránea, nacen todas nuestras principales corrientes fluviales, ora dirigiéndose á Poniente, ora á Levante, pero llevando la fertilidad á todas las partes de nuestro territorio; siendo tal su importancia é influencia, desde este punto de vista, que nunca podrá encarecerse lo bastante cuanto conviniera el que fuera objeto de preferentes estudios y de medidas especiales, tanto con respecto al régimen y más acertado aprovechamiento de las aguas y lluvias, como en el de precaver, en cierto modo, los estragos que producen con harta frecuencia.

En sus 36 arrumbamientos ¹, esta divisoria determina una línea en dirección N. 5°40' O.

¹ DIVISORIA IBÉRICA.

Cabo de Gata á Culataivi.....	N 15°	O
Culataivi á <i>a</i>	N 20°	E
<i>a</i> á Tética.....	N 90°	O
Tética á <i>b</i>	N 36°30'	E
<i>b</i> á Perea.....	N 14°	O
Perea á Sierra María.....	E 14°30'	N
Sierra María á Revolcadores.....	N 13°30'	O
Revolcadores á Sierra Sagra.....	O 22°	S
Sierra Sagra á Yelmo.....	N 4°	O
Yelmo á Calar.....	E 4°3'	N
Calar á Almenara.....	N 12°	O
Almenara á <i>c</i>	N 31°	E
<i>c</i> á Cerro de los Barrezos.....	N 33°30'	O
Cerro de los Barrezos á Carro.....	N 15°	E
Carro á <i>d</i>	N 19°	E
<i>d</i> á Mojón Alto.....	N 29°	O
Mojón Alto á Losares.....	N 17°30'	E
Losares á San Felipe.....	E 32°	N
San Felipe á Sierra Alta.....	E 22°	N
Sierra Alta á Aguila.....	N 16°	O
Aguila á Aragoncillo.....	O 27°	N
Aragoncillo á Judes.....	N 29°	O
Judes á 1150.....	O 5°	N
1150 á 1114.....	O 30°30'	N

3. *Divisoria inter-oceánica mediterránea septentrional*.—Esta divisoria, que constituye el tercer trozo en que dividimos la gran divisoria entre ambos mares, marcha desde Peña Labra unida á la divisoria hespérica septentrional, siguiéndola, por 580 kilómetros, hasta los montes de Maranges, donde penetra en el territorio de la vecina Francia, comprendiendo el enlace de los montes Vídicos con el Pirineo y gran parte de estos mismos.

La dirección general de sus 17 arrumbamientos es al E. $0^{\circ}22'21''17$ N., y corre por la cresta de los montes Várdulos y Vascones, que al alzarse sobre las aguas, cerraron toda comunicación entre el Mediterráneo y el Cantábrico, formando el límite Noroeste de la cuenca del Ebro.

PEQUEÑAS DIVISORIAS.—Algunas otras divisorias, pero ya de corta extensión, completan lo que pudiera llamarse el sistema vertebral de nuestra Península, determinando el régimen general de su sistema hidrográfico en sus rasgos principales: tales son la divisoria de los montes Medulios, entre Duero, Sil y Miño, de la que ya nos ocupamos en su lugar correspondiente; la que separa Tambre, Ulla y Miño; la de Sado con Tajo y Guadiana, que también consideramos, al tratar de los montes Carpetanos; y, por fin, la que marcha por las cumbres de Sierra Monchique, dejando al Sur los Algarbes.

Divisoria entre Tambre, Ulla y Miño.—Esta divisoria, partiendo desde Coba, marcha por Faro, Avión, Gallineiro y Sierra-Tecla, y aísla el curso del Tambre y del Ulla de la cuenca del Miño y del Sil. Como resultado de sus cuatro arrumbamientos ¹, marca la dirección E. $14^{\circ}45'$ N.—O. $14^{\circ}45'$ S. Los puntos más elevados de esta divisoria, alcanzan poco más de 1.000 metros, siendo dos las direcciones principales que siguen sus crestas, la una de Faro á Coba al rumbo N. $3^{\circ}45'$ O., la otra de Santa Tecla á Faro, oscilando al redor de N. $41^{\circ}20'$ E.

Divisoria entre Tajo, Guadiana y Sado.—La cuenca del Sado se halla determinada por alguna de las líneas que formaban parte de la divisoria Carpetana y por la serie de pequeñas lomas que desde Evora hasta el vértice Mu (Sierra Monchique) separan el Guadiana del Sado. Desde este mismo

1114 á Moncayo.....	E	$43^{\circ}30'$	N
Moncayo á Matute.....	O	$9^{\circ}30'$	N
Matute á Cebollera.....	O	24°	N
Cebollera á San Millán.....	O	$30^{\circ}30'$	N
San Millán á Brújula.....	O	$41^{\circ}30'$	N
Brújula á e.....	E	$42^{\circ}30'$	N
e á Mesa.....	E	3°	N
Mesa á cerca de Peña Amaya.....	O	25°	N
cerca de Peña Amaya á f.....	E	10°	N
f á g.....	O	7°	N
g á Venta del Portalón.....	N	11°	E
Vta. del Portalón á Fontibres y Peña Labra.	O	20°	N

¹ Coba á Faro.....	N	3°	O
Faro á Avión.....	N	46°	E
Avión á Gallineiro.....	E	$28^{\circ}30'$	N
Gallineiro á Tecla.....	N	$15^{\circ}30'$	E

vértice Mu, otra pequeña serie de lomas que llaman las sierras Caldeiras y de Grandola, separa la cuenca de este río del de Odemira, determinando la forma del gran golfo, por el cual penetraba el Atlántico en el interior del Alentejo, uniéndose con la desembocadura del Tajo, y dejando como islote á su entrada la Sierra de Arrabada junto á Setubal. También formaba parte igualmente de la región marítima la cuenca del río Odemira. La divisoria ¹ entre Guadiana y Sado va al S. 10°, 15' E., según lo dijimos anteriormente.

Divisoria de Sierra de Monchique.—Cuatro arrumbamientos ² forman la Sierra de Monchique, que marcha desde Cabo San Vicente por los vértices Aspera, Polea, Foya, Mu, Monte Figo y Monte Gordo, cuyo resultado da la dirección E. 9°, 43', 51" N.

Determinadas así las direcciones que siguen nuestras principales divisorias, veamos ahora las que corresponden á las más importantes de nuestras corrientes fluviales.

Ríos.—Sujetando nuestros ríos á los mismos procedimientos analíticos, los resultados obtenidos son los siguientes:

El Tambre.—Corre en su dirección media al rumbo E. 22°, 10' N. á O. 22°, 10' S. ³

El Ulla.—Corre paralelamente. ⁴

El Miño.—Con curso de 233 kilómetros, divídese el Miño algo más arriba de Orense, en dos ramas principales: la una que conservando su propio nombre, nace en Fuente Miño; y la otra que con el nombre de río Sil, tiene su origen en Rioscuro y Robles, cerca del Puerto de Somiedo. Mirado en conjunto, dos direcciones fundamentales caracterizan este río, la que sigue casi rectamente desde su desembocadura en el mar hasta la confluencia con el Sil al rumbo O. 38°, 48' S., y la otra que con dirección N. 39°18' E. marcha desde la confluencia de ambos ríos hasta el nacimiento del Miño ⁵ desde los orígenes hasta el mar, su dirección general E. 44°, 45' N. á O. 44°, 45' S.

¹	Oliverinha á Espineiro.....	S 19°	E
	Espineiro á Mendro.....	S 8°	E
	Mendro á Ursa.....	S 23°	O
	Ursa á Mu.....	S 17°	E
²	Cabo San Vicente á Foya.....	E 42°30'	N
	Foya á Mu.....	E 5°	N
	Mu á Monte Figo.....	E 30°	S
	Monte Figo á Monte Gordo.....	E 22°	N

³ Desde su origen el Tambre sigue los rumbos O.21°S—O.8°30'S—O.37°S.

⁴ Desde su origen el Ulla sigue los rumbos O.9°30'S—O.38°S—O.15°S—O.52°S.

⁵ *Río Miño*, nace en Fuente Miño, desde su origen hasta su desembocadura sigue los rumbos N.31°O—O.39°S—S.29°E—S.36°30'O—S.1°O—O.39°S—O.17°S—S.15°O—O.23°S—O.40°S—*Río Sil*, nace en Rioscuro y Robles, cerca del Puerto de Somiedo, siguiendo hasta unirse al Miño los rumbos S.44°30'O—S.19°O—O.2°30'S—N á S—O.5°S—N.17°O—O.20°S—27°N.

El Duero.—Nace al pie del pico de Urbión, y tras un curso de 726 kilómetros, desagua junto á Oporto, en el Océano. Desde su entrada en el valle por bajo de Soria, sigue en línea quebrada una dirección media de E. 5°, 30' N. á O. 5°, 30' S., siendo la de O. 11°, 58', 50'', 76 S. á E. 11°, 58', 50'', 76 N. el resultado de sus 26 arrumbamientos¹. Sus principales afluentes son por la margen derecha: el Esla, que entra por bajo de Zamora; el Carrrión, el Pisuerga y el Arlanzón, que juntos se le unen por cima de Valladolid en Dueñas y Torquemada, siendo el último (el Arlanzón) el que parece marcar más adecuadamente el eje del valle del Duero. Por la margen izquierda entran el Tormes y el Eresma: mereciendo notarse que el curso del Duero marcha tranquilo por toda la cuenca, hasta que por bajo de Fermoselle se abre violento paso, á través de las moles montañosas que se le oponen hasta el mar.

El Tajo.—Nace el Tajo en Fuente García, á 1.593 metros de altitud (montes Universales) en la región más meridional del Idubeda y parte oriental de la muela de San Juan, formando la corriente fluvial de más nombre, y de mayor longitud, de las cinco que, irradiando de aquel centro montañoso, se esparcen en distinto sentido por nuestro territorio.

En los 825 kilómetros que recorre, 31 arrumbamientos principales² son los que afecta, que vienen á refundirse en la dirección general E. 15°, 22', 34'', 84 N. á O. 15°, 22', 34'', 84 S.: si bien en la parte media y principal de su curso, entre Aranjues y Abrantes, corre cerrado en una quiebra que oscila al rededor de una línea dirigida del E. 7°, 49', 24'', 70 N. á O. 7°, 49', 24'', 70 S., cuyos dos extremos se unen por un lado á las fuentes donde nace, y por el otro á su desembocadura, por dos direcciones sensiblemente paralelas que corren en término medio al E. 22° 0' N.

Los principales afluentes que recibe este río por su margen derecha son el Zezere, el Alagón, el Tiétar, el Alberche, el Guadarrama, el Manzanares, el Jarama y el Henares, que unidos al Tajuña vierten juntos sus aguas; y hacia la parte superior el Cuervo y algunos otros riachuelos.

Por la margen izquierda como el río marcha casi siempre por el mismo

¹ Naciendo en las faldas del Urbión; sigue en su curso hasta su desembocadura, los rumbos siguientes:

S. 22° O—E. 15° 30' S—S. 30° E—S. 28° O—O. 17° N—O. 15° S
 N. 22° O—O. 36° 30' S—N. 34° O—O. 16° N—O. 42° 30' S—O. 4° N
 O. 17° 30' S—S. 36° O—O. 8° 30' N—S. 44° O—O. 44° N—O. 4° 30' S
 O. 35° N—S. 42° O—O. 15° 30' N—N. 10° O—O. 4° 30' S—N. 28° O
 O. 5° 30' S—O. 19° N.

² Nace en Fuente García; sigue hasta desembocar en el mar los rumbos siguientes:

N. 41° O—O. 32° 30' S—O. 10° S—S. 45° O—N. 9° O—O. 8° 30' N
 S. 16° 30' O—O. 40° S—O. 3° S—O. 34° S—O. 10° 30' S—O. 27° N
 O. 39° S—O. 31° 30' N—O. 24° S—N. 43° O—O. 14° S—O. 21° 30' N
 O. 18° 30' S—O. 24° 30' N—O. 7° 30' S—O. 34° S—O. 4° 30' S—O. 32° 30' S
 O. 2° S—O. 35° S—S. 34° O—O. 22° S—S. 25° O—S. 10° O
 O. 23° S.

pie de la Sierra, cuando no la corta, las vertientes que recibe son de escasa importancia, y sólo merecen citarse el Algodor, el Almonte y el Jalón.

Las enormes cavernas, que revestidas de tova, muestra este río hacia el nacimiento de sus principales afluentes, la anchura del cauce donde corría en otras edades, y los enormes tajos ó acantilados por donde se ha abierto paso, y que le prestan su nombre, muestran bien á las claras el caudal inmenso de que en otro tiempo se hallaba dotado, y del que hoy no es ni leve sombra.

El Guadiana.—Algunos menos arrumbamientos presenta el Guadiana desde su origen, harto dudoso, en las lagunas de Ruidera, hasta desembocar en el Océano. Recogiendo todas las vertientes que por el Riánzares, el Gigüela y el Guadiana alto concurren á unírsele por bajo de Villarrubia, atraviesa luego por doble quiebra en dirección O. 37° N. y N. 32°, 30' E. el macizo central que une, como extenso puente, los montes Carpelanos con los Mariánicos; marcha luego hacia Mérida, recogiendo los derrames occidentales de este territorio; y un poco por bajo de Badajoz entra en la gran quebrada por donde se abren paso sus aguas, hasta desembocar en el Atlántico junto á Ayamonte, después de recorrer por espacio de 725 kilómetros los más variados accidentes.

Sus 21 arrumbamientos ¹ se resuelven en la dirección E. 25°, 48', 34'', 28, N. á O. 25°, 48', 34'', 28, S., que se descomponen en dos direcciones principales: la una, desde su nacimiento á Badajoz, en sentido de una línea orientada al E. 5° 50', N. á O. 5°, 50' S.; y la otra desde Badajoz al mar de S. 9°, 15', O. al N. 9°, 15' E., aprovechando la gran quiebra citada.

El Guadalquivir.—Corriendo su valle principal al E. 15 N., nace el Guadalquivir en el Corralón, entre las sierras del Pozo y de Cazorla, á 8 kilómetros al S. 5° E. del pueblo del mismo nombre, marchando en dirección O. 1°, 12', 55'', S., desde su origen á Cantillana, y luego al S. 22°, 30' O., hasta que llega á perderse en el mar, después de recorrer unos 510 kilómetros. Los siete arrumbamientos ² que marcan el curso del río, siguen los rumbos homólogos N. 12°, 4', O., y O. 12°, 4', S., siendo la dirección general al N. 69°, 17', 8'', 16, E., ó sea E. 20°, 42', 51'', 44, N.

De los afluentes que recibe este río son dignos de llamar la atención el Guadiana menor que, recogiendo las aguas de todo el gran cerco de Guadix y de Baza, comunicaba ya en edades anteriores con el Estrecho del Guadalquivir en dirección N. 24° O.; y el Jándula, que á despecho de lo que naturalmente podía esperarse, rompe Sierra Mariana en dirección hacia el S., para llevar sus aguas al río que nos ocupa.

¹ Desde las Fuentes del Guadiana Alto, sigue los rumbos siguientes hasta su desembocadura, junto á Ayamonte.

O. 34° N—N. 16°30'O—O. 25° N—O. 23°S—S. 27°30'O—O. 37° N
S. 32°30'O—O. 26° S—O. 7°30'N—O. 16°S—S. 42°30'O—O. 38° N
O. 43° S—O. 10° N—O. 6° S—O. 44°S—S. 20' O—S. 36°30'O
N. á S—S. 44°30'E—S. 2°30'E.

² Nace en el Corralón, y sigue los siguientes arrumbamientos:

N. 29°E—O. 33°30'N—O. 33°S—O. 10°30'N—O. 6°30'S—O. 21°S—S. 22°30'O.

Pasando ahora á considerar los ríos que desaguan en el Mediterráneo, y haciendo caso omiso de los de escasa importancia, analizaremos á su vez el Ebro, el Turia, el Júcar y el Segura.

El Ebro.—Desde su nacimiento, junto á Reinosa, hasta que viniendo á chocar contra los montes Laletanos entra en la quiebra que ha de traer sus aguas al Mediterráneo, corre en dirección sensiblemente al O. 29°, N.; y marcha luego al S. 7°, O., para tomar en su último trayecto, hasta los Alfaques, el rumbo de E. 6°, S., después de recorrer 720 kilómetros. Sus 16 arrumbamientos ¹ dan la dirección O. 40°, 50', 37'', 50, N. á E. 40°, 50', 37'', 50, S., y salvo en la falla de los montes Laletanos, sigue la mayor parte de su curso, como lo hacen en gran parte el Duero y el Tajo por el centro de un verdadero valle de erosión.

El Turia ó Guadalaviar.—Naciendo en las faldas de Sierra Alta, sigue primero al O. 15°, N., y luego al S. 17°, 30', O., aprovechando la gran falla que parte por medio del Idúbeda, corriendo á la salida en dirección E. 35°, 40', S., para desembocar en el Mediterráneo, junto á Valencia, después de recorrer 215 kilómetros. Sus seis principales arrumbamientos ², se resuelven en la dirección O. 49° 5' N. á E. 49°, 5' S., que se descompone en dos ramales: el uno al rumbo S. 27°, 30', E, que labra á su paso tajos formidables; y el otro, que sigue hasta el mar la línea de máxima pendiente.

El Júcar.—Naciendo al lado opuesto de la misma sierra, de donde parten, á la vez que el anterior, el Tajo y el Cabriel, y asimismo el Jalón, se dirige el Júcar, atravesando las Hoces de la Serranía de Cuenca, en dirección S. 22°, O.; y, continuando luego al S. 24° E., llega á Villargordo, de donde, dirigiéndose casi rectamente á Levante, entra en el mar, junto á Cabo Cullera, después de haber recibido las aguas del Cabriel, que con curso casi paralelo, corre desde su nacimiento hasta la citada confluencia. En una longitud de 370 kilómetros, marcha, casi constantemente, entre tajos formidables, que sólo abandona en cierto modo, al entrar en la vega de Valencia. Sus ocho arrumbamientos ³, dan por resultado la dirección N. 41°, 52', 30'', O. á S. 41°, 52', 30'', E.: la de su afluente el Cabriel con sus cuatro arrumbamientos ⁴, es de N. 18°, O. á S. 18°, E.

¹ Desde Fontibre hasta su desembocadura, marca los rumbos siguientes:

S. 11°E—E. 6°S—E. 42° S—E. 10°S—E. 34°S—S. 9°O
E. 36°S—E. 44°S—E. 10°30'S—E. 40°N—S. 28°E—E. 1°S
S. 41°E—S. 40°O—S. 5° E—E. 6°S.

² Desde su nacimiento, á 2 kilómetros del Pueblo de Guadalaviar, sigue los rumbos siguientes:

E. 15°S—S. 17°30'O—S. 25°E—E. 17°S—S. 18°E—E. 18°S.

³ Desde su nacimiento en la Sierra del Agua, al pie del Monte de San Felipe, sigue los rumbos siguientes:

S. 20°O—S. 43°30'O—S. 22°O—S. 24°30'E—E. 4°N—E. 17°S—N. 38°E—E. 3°S.

⁴ Desde su nacimiento hasta la confluencia con el Júcar marca sucesivamente S. 5°E—S. 40°30'O—S. 19°E—E. 25°30'S.

El Segura y el Mundo.—Naciendo el uno en la sierra del Segura ¹, y el otro en la del Calar, corren paralelamente por la falda N. y S. de una misma estribación del Oróspeda, hasta que, confundidas sus aguas, marchan al E. 10° N., y al N. 27°30' O. hasta Alcantarillas, donde, dirigiéndose á Levante, terminan en el Mediterráneo, después de recorridos 220 kilómetros.

El Mundo marca, con sus cuatro arrumbamientos ², la dirección O. 20°30' N.—E. 20°30' S. hasta confluír con el Segura; y éste, con sus seis arrumbamientos, señala la dirección O. 26°53'20" N. á E. 26°53'20" S.

El Almanzora, que nace en los llanos de Huelga, en la sierra de las Estancias á 1937 m^s de altitud, sigue en la mayor parte de su curso el rumbo de E. 8° S., torciendo luego ligeramente al E. 30° S.: desde su confluencia con el Taberno, recorre 76 kilómetros, y su dirección media es al E. 19 S.

El Almería.—Brotan sus fuentes en las faldas de Sierra Nevada y vertiente Norte del Chullo; corre luego en el valle de Finiana, hasta que por bajo del pueblo de Santa María corta la citada Sierra Nevada, en sus comienzos, para desaguar en el mar, después de recibir el Andarax, cuyo curso se desarrolla, por unos 32 kilómetros, en dirección E. 12° N., y el Gérgal, que baja directamente de la sierra de Filabres; su dirección general ³ es al E. 35°30' S., que se descompone en las dos direcciones principales E. 4° N., y S. 34° E.

El Guadalhorce.—De curso más tormentoso es el Guadalhorce, pues naciendo al pie del puerto de Alfarate, en la sierra de San Jorge, corre todo el valle de Antequera para atravesar la sierra de Aldal, en el corte de los Gaitanes sobre la cordillera Penibética, aprovechando la quiebra que la divide á unos 400 metros de altitud, para llegar al Mediterráneo, algo al poniente de Málaga, siguiendo la dirección general ⁴ S. 34°22' O. en su longitud de unos 160 kilómetros.

Por fin, el *Guadiaro*, último río de alguna importancia que desagua en el gran mar interno, nace en los Manaderos, en sierra de Tolox, desde donde su curso es de 90 kilómetros, descomponiéndose sus tres direcciones sucesivas, en las dos fundamentales O. 3° N., y S. 6°15' E ⁵.

COSTAS.—Llegando, por fin, á nuestras costas, éstas afectan los siguientes rumbos.

¹ Desde su nacimiento en Sierra Segura, marca los rumbos N. 25° O.—E. 39° N.—E. 10° N.—E. 43°30' S.—E. 10° N.—S. 27°30' E.—E. 2°30' N.—E. 42°30' N.—E. 10° N.

² Nace el Mundo en una Cueva de la Sierra de Alcaraz, de donde se despeña en vistosa cascada; sigue luego los rumbos E. 19° N.—E. 5° N.—E. 28° S.—S. 12° E, hasta morir en el Segura.

³ Río Almería corre sucesivamente al E. 4°30' N.—E. 36°30' S y S. 15°30' E, hasta su desembocadura.

⁴ Desde Alfarate, el Río Guadalhorce, marcha á los rumbos O. 25°30' S.—O. 1°30' S.—S. 18° O.—S. 33°30' E, que se reúnen en las dos direcciones principales O. 24° S y S. 7°45' E.

⁵ Río Guadiaro, nace en los Manaderos en la Sierra de Tolox; corre sucesivamente á los rumbos O. 3° N.—S. 25° O.—S. 37°30' E.

Costa Norte.—Desde cabo Ortegá á la desembocadura del Bidasoa: E. $0^{\circ}18'45''$ N. á O. $18^{\circ}45''$ S.

Costa del Poniente.—Del Cabo Torriñana al cabo San Vicente: N. 9° O. á S. 9° E.

Costa del Mediodía.—Del Cabo San Vicente al cabo de Palos: E. $2^{\circ}36'15''$ N. á O. $2^{\circ}36'15''$ S.

Costa de Levante.—Del Cabo de Palos al cabo Creus: S. $38^{\circ}17'28''10$ O. á N. $38^{\circ}17'28''10$ E.

De tal manera, que puede decirse, que, considerado en conjunto cuatro líneas encierran entre sus arrumbamientos nuestra Península, formando un trapecio, cuyos lados septentrional y meridional son casi paralelos; si bien el último se halla interrumpido en su parte media por una prolongación irregular, que se dirige hacia el Africa, y que el estrecho corta, á su vez, en dirección E. $22^{\circ}30'$ N. (Isla de Tarifa á Punta de Europa).

DISCURSO

DEL

SR. D. JUAN VILANOVA Y PIERA

Señores:

En estas augustas y majestuosas solemnidades, casi únicas siquiera espléndidas manifestaciones de la dinámica académica, obsérvase constantemente un hecho, reflejo y trasunto fiel de la vida en los seres orgánicos mientras gozan de aquel singular modo de existir que, según autoridades muy respetables, ni se explica ni se concibe en el concepto de la exclusiva intervención de las fuerzas físicas y químicas. Incesante cuanto intrincado movimiento endógeno y exógeno que, al través de recónditas y misteriosas operaciones, logra transformar la materia, primero en sustancia organizable y después en verdaderos elementos histogénicos, en tejidos y órganos, tan complicados y maravillosos algunos, como el cerebro, instrumento de la inteligencia bajo la dirección del espíritu; tal es en puridad la vida, reducida á esa doble corriente de entrada de materia y de impresiones, y salida de lo que por el momento no sirve, y de acciones reflejas que se traslucen en movimientos, encaminados á completar tan sorprendente obra.

Principio general y absoluto es este, Señores Académicos, como síntesis y abreviado compendio de la circulación general

de la materia, del que no es dado eximirse al individuo ni á las colectividades, cualesquiera que sean el espíritu y tendencias que las informa, y del que esta misma ceremonia es imagen viva y patente, imprimiéndole la ineludible ley, el doble carácter que le es propio, de llegada y de despedida; alegre y lisonjera aquélla, lúgubre y triste ésta, ya que á la par celebramos con pompa y magnificencia, saludando con fraternal abrazo al que viene adornado de todos aquellos requisitos y merecimientos que se exigen para ocupar este sitio de honor tan apetecido, y nos contrasta el pensar que la inexorable parca haya, despiadada, arrebatado al que poco ha formaba parte integrante de la docta Asamblea.

En un sólo punto diríase, esto no obstante, que se diferencian los dos órdenes de movimiento, el vital y el académico; pues mientras en los vastos y esplendorosos dominios de Fauna y Flora, la materia ni se permite, ni le es dado gozar de un solo momento de reposo, pagando con la enfermedad, y á veces hasta con la muerte, la más ligera trasgresión de la ley, en la vida académica son, por desgracia harto frecuentes, y á las veces sobrado largas, las interrupciones entre la triste despedida y la placentera recepción, lo cual ocasiona, como es consiguiente, una cierta atonía ó anemia que sólo puede ser y se ve en realidad compensada, por la incesante actividad de los que permanecen firmes ante las continuas y arteras asechanzas de la deidad traidora, que cumpliendo su poco grata misión, hállese siempre dispuesta á cortar el frágil hilo de nuestra mísera existencia.

Implacable y cruel arrebatónos aquella á uno de los más preclaros varones con que la docta Asamblea con justo motivo se enorgullecía, al inolvidable D. Felipe Naranjo y Garza, cuyo merecido elogio acabamos de oír de labios del que no menos acreedor á este honroso puesto, viene á ocupar el sitio que aquel

dejó vacío; por esto decía, Señores, que esta ceremonia, á la par que de plácemes y enhorabuenas, por la valiosa adquisición que la Academia hace, admitiendo en su seno al que recibe con fraternal abrazo, verdadera efusión y sincero cariño, es de luctuoso pésame por el inolvidable recuerdo que evoca, del antiguo, noble y generoso compañero que ayer se sentaba á nuestro lado, y hoy mora en la región de los justos. Plegue al cielo llegue hasta do su alma espíritu reposa, la expresión del profundo sentimiento que en el ánimo de esta docta Asamblea causa y causará por mucho tiempo su ausencia; y sírvanos á los que aquí quedamos de lenitivo al dolor que semejante recuerdo produce, la placentera satisfacción de verle reemplazado por el cumplido caballero y leal amigo, á quien tanto apreciaba aquél en vida.

Del nuevo Académico, á quien con verdadera complacencia apadrino en este acto solemne, ¿qué podría decir mi torpe lengua, que no sea conocido de todos vosotros? ¿Acaso de los que cultivan la ciencia entre nosotros, y aun en apartadas regiones, habrá quien desconozca las relevantes dotes, así sociales como científicas, que al Sr. D. Federico de Botella y de Hornos adornan? ¿Por ventura tan escasa importancia alcanzan los materiales que al sorprendente progreso del saber moderno supo aportar en una vida toda ella con afán y entusiasmo al estudio consagrada, que puedan permanecer ocultos y menos aún ignorados de los que á las serenas esferas de la inteligencia rinden verdadero culto? No, bien lo sabéis; el nombre de mi querido apadrinado, rebasando los límites de la majestuosa cordillera que nos separa de Europa, es conocido y resuena majestuoso para honra propia y de la patria, en lejanas tierras, hasta donde llegaron y son justamente apreciadas las valiosas manifestaciones de su vasta instrucción, mereciendo en los grandes certámenes intelectuales que periódicamente se cele-

bran el justo galardón á tanto desvelo, y las distinciones más honoríficas á que el hombre dedicado al estudio puede y en rigor debe aspirar.

Mucho lisonjeaban, en verdad, al nuevo Académico tan señaladas cuanto merecidas recompensas, espontáneamente concedidas por los que sincera y lealmente saben apreciar el verdadero mérito científico, realzado con cualidades sociales de preclara y linajuda alcurnia; pero ninguna de tan señaladas siquiera debidas mercedes, llegó á colmar los vivos anhelos de su noble y generoso espíritu, como la que os dignasteis acordarle con vuestros votos, llamándole al seno de la sabia Corporación, de la que desde este momento, para él feliz, forma parte, y á cuyas arduas y trascendentales tareas ha de ayudar eficazísimamente, estoy de ello seguro á la par que orgulloso, por haber en parte contribuído á su ingreso en la Academia.

Perdía ésta con el inesperado y sentido fallecimiento del Sr. Naranjo un distinguido geólogo, gloria de la nación; justo era, por consiguiente, que viniera á llenar tan irreparable pérdida, otro naturalista dedicado también al cultivo de la historia terrestre, y, como aquel, perteneciente al distinguido cuerpo de Minas, cuya principal misión tan estrechamente se relaciona con el conocimiento profundo de la naturaleza, composición íntima y variados accidentes de la estructura de nuestro planeta: y del propio modo que su ilustre amigo y antecesor, no limitó la esfera de su actividad intelectual al terreno propio de las aplicaciones mineras, sino que, rebasando los estrechos límites del arte-ciencia que profesaba, supo cultivar la pura especulación enseñándola de palabra en la cátedra de la Escuela especial del ramo, y por escrito dando á luz obras importantísimas, así también el nuevo Académico, sabiendo inspirarse en el ejemplo que no sólo el Sr. Naranjo sino también muchas eminencias del cuerpo le dieron, y comprendiendo con su pe-

regrina inteligencia que uno, y tal vez el más sólido fundamento de la carrera que tan noblemente profesa, es el estudio geológico, sin descuidar, antes por el contrario, cumpliendo con religiosa puntualidad los estrechos deberes á la profesión inherentes, supo distribuir el tiempo entre aquellas obligaciones y los encantos que proporciona el cultivo de la ciencia, en el cual ha encontrado por vía de recompensa, á la par que grato solaz y satisfacciones para el espíritu, la confirmación más plena de que sin profundos conocimientos geológicos no se puede en rigor ser inteligente y honrado Ingeniero de Minas. Acreditan este aserto, no inspirado ciertamente en la lisonja, sus interesantes estudios geológicos sobre el Reino de Valencia; la magnífica Descripción geológica de Albacete y Murcia; la curiosísima reseña, inserta en el Boletín de la Sociedad geográfica de los antiguos mares de la Península, en la cual ha sabido, con habilidad suma, reconstituir el estado de su vasto territorio en los distintos períodos de su historia física, no sólo con la indicación precisa de sus límites respectivos y accidentes, sino también con la representación gráfica de unos y otros; el Mapa geológico de España y Portugal, verdadero complemento del que con su eficaz auxilio publicaron antes los insignes Verneuil y Colomb, y en el cual tantas y tan decisivas pruebas de lealtad científica ha dado el nuevo Académico, estampando el nombre de cuantos á tan grandiosa obra contribuyeron; la Carta ipsométrica que está concluyendo tras de largos años de estudio y de trabajo asiduo, en la cual se demuestra de un modo concluyente el enlace íntimo que entre la orografía, la hidrografía y la geología de esta como de cualquier otra región terrestre existe; la Memoria acerca de las inundaciones y sequías redactada á instancias de la Sociedad geográfica é inserta en el Boletín de la misma; la Reseña física geológica de la región S. O. de la provincia de Almería;

la Atlántida, estudio curiosísimo leído con aplauso de todos en el Congreso de Americanistas celebrado en Madrid en 1881; y, por último, como digno coronamiento y remate á tanta y tan útil labor científica, el discurso con que acaba de embelesar á esta docta Asamblea, síntesis y verdadero compendio de todos sus afanes científicos, y acerca del cual importa sobremanera discurrir, siquiera sea brevemente, con el exclusivo y plausible propósito de quilatar y enaltecer el verdadero mérito y la trascendencia que, según habéis podido comprender, entraña.

Dos ideas capitales resaltan en el bien meditado escrito que acabamos de oír, ambas nobles y levantadas, cual corresponde á quien se precia de bien nacido á la par que de fervoroso devoto de la ciencia, y son: la primera rendir el justo y debido homenaje al gran Maestro y eminente geólogo, gloria de la nación vecina, Elie de Beaumont; y la segunda probar hasta la evidencia el estrecho y apretado vínculo que enlaza á la Geología con la Geografía física, como ramas de un mismo y robusto tronco, ó como si dijéramos, de la misma manera que se aman y prestan recíproco y eficaz apoyo una madre cariñosa y una hija agradecida, que no otra cosa son en puridad la historia del planeta, y el conocimiento de lo que éste ofrece en su accidentada y mudable superficie. Honrar la memoria de los que fueron nuestros Maestros y guías en el escabroso y difícil sendero que conduce al templo del saber, fué, sigue siendo y será siempre para los que de hidalguía y de nobles sentimientos hacen alarde, uno de los más sagrados é ineludibles deberes, siquiera por efecto del desquiciamiento social que poco á poco, ó tal vez con sobrada presteza, va invadiéndolo todo, sea harto frecuente olvidar esta norma y guía de nobleza, razón por la cual siempre serán justamente apreciados quienes, apartándose de semejante detestable proceder, sepan cumplir tan

consoladores cuanto nobles sentimientos. Mas esta conducta, extrictamente ajustada á las más elementales nociones de la social cultura, resalta aún más y se considerará por todos como altamente meritoria, si á la triste circunstancia de haber dejado el mundo de los vivos la persona objeto de tan acrisolado culto, se le escatima ó se le niega en absoluto en el terreno científico la justicia á que sus notorias y sobresalientes cualidades le hacen acreedor; y como por desgracia esto es lo que acontece con el insigne Elie de Beaumont, cuya memoria ha sido algún tanto lastimada por la acerba crítica, hija en parte de teorías más ó menos ingeniosas, y si queréis hasta plausibles, por el fundamento en que se apoyan, bien hace el nuevo Académico en salir generosamente á su defensa y en querer reivindicar su merecida fama; complaciéndome por todo extremo la empresa, á la que con toda mi alma me asocio, por identidad de sentimientos, pues también para quien esto escribe fué Elie de Beaumont, á más de Profesor en la Escuela central de Minas y Colegio de Francia en París, amigo deferente y siempre benévolo, dispensándome durante mi estancia en la gran metrópoli, allá por los años de 1849 á 1853, y en las frecuentes visitas que posteriormente hice á aquel gran centro del saber, las más señaladas muestras de afectuosa deferencia.

Hase dicho por los detractores de esta gloria francesa, que la teoría de los levantamientos pecaba de exageración y también de servirle como de fundamento, más bien la acción de abajo arriba como consecuencia lógica de la dinámica endógena, que la inversa, efecto natural del enfriamiento terrestre. La metódica y por todo extremo luminosa exposición de la doctrina que acabamos de oír, reduce á sus verdaderos límites los infundados cargos que á su ilustre autor se dirigen, pues de los párrafos trascritos de la obra sobre los Sistemas de Montañas se deduce, que ni aquel prescinde del enfriamiento de la

masa ígnea terrestre y de sus inmediatas é ineludibles consecuencias, ni es dado, por otra parte, prescindir de la forma de nuestro planeta al tratar de comprender la misteriosa génesis de los delineamientos oro-hidrográficos que la superficie ofrece á nuestra contemplación y estudio. Si la idea de impulsión vertical, que por cierto no fué de Elie de Beaumont, sino de su Maestro Debuch, directamente ocasionada por la masa flúida interna, dice un geólogo ilustre con cuya amistad me honro ¹, ha desaparecido casi del terreno científico; el principio de dirección ha, por el contrario, arraigado en la mente de los geólogos, en atención á que en rigor esta idea, entrevista por Werner y Debuch, y con tanto brillo desarrollada por Elie de Beaumont, debe considerarse como la característica fundamental de los accidentes terrestres, obedeciendo todos, lo mismo las grietas que los pliegues y las zonas de relieve, á esta ley que permite agruparlos en sistemas, definidos y determinados por sus alineaciones.

En rigor, y para conocer la esencia del fenómeno, poco importa en verdad que se le llame levantamiento ó hundimiento, ya que en manera alguna puede experimentarse en un punto cualquiera alguno de estos movimientos, sin que se sientan los efectos contrarios en otra región más ó menos distante.

En ambos casos conviene sobremanera tener presente que se trata de un cuerpo esferoidal como la tierra, que obedece y hállase aún sujeta á la acción de las fuerzas centrípeta, representada por la gravedad, y centrífuga ó del primitivo impulso, al separarse ó desprenderse de la atmósfera solar según la teoría de Laplace, y que siendo inherentes á su propia naturaleza y al estado molecular de la masa interna, los grandes delineamientos de su orografía, es de todo punto inevitable

¹ Lapparent.—Traité de Geologie, pág. 1194.

que estos revistan el carácter que hoy ofrecen. Oigamos á este propósito, lo que el insigne Elie de Beaumont expone en su famosa obra, como principal fundamento de la teoría.

Siendo, dice, la simetría pentagonal en su calidad de principio de división de una cubierta esférica el *non plus ultra* de la regularidad, pudiera muy bien advertirse, que la única razón de su existencia, es su propia regularidad, y no otra. Sin embargo, añade el egregio geólogo, dado el hecho, se concibe fácilmente la necesidad de inquirir la verdadera causa de semejante profunda regularidad oculta bajo las formas, en apariencia caprichosas, de las configuraciones geográficas. Ahora bien; discurriendo sobre el particular con el detenimiento que el asunto requiere y merece, obsérvase que la explicación no es posible encontrarla en la estructura cristalina de los materiales terrestres, por cuanto todos estos modos de colocarse simétrica y ordenadamente dichas moléculas, corresponde con alguno de los sistemas cristalinos admitidos por los mineralogistas, los cuales responden á la simetría cuadrilátera, sin que sea posible su reducción á la ordenación pentágona. No sucede lo propio por lo que se refiere á ciertas disposiciones regulares que las moléculas pueden adoptar como consecuencia del temple y de la compresión; y como quiera que parecidos efectos se observan también cuando en gran escala se opera, esta circunstancia permite concebir cómo la simetría pentágona pudo resultar ó ser consecuencia natural y legítima de la contracción que la masa interna del globo experimentó con el transcurso de los siglos, por efecto ó á manera de síntesis gráfica de su progresivo enfriamiento.

Y como si no bastara á expresar bien, y con la claridad que en sus escritos se revela, la nitidez de su pensamiento, Elie de Beaumont refuerza con el siguiente razonamiento lo anteriormente expuesto. El enfriamiento secular, esto es, la difusión directa

del calor primitivo, al que tanto la tierra como los demás planetas deben su forma esferoidal, y la disposición regular de sus materiales del centro á la circunferencia, con arreglo á su propio peso específico, ofrece un elemento, con el cual parece-me que dichos efectos extraordinarios pudieran muy bien coordinarse ó armonizar. Este elemento consiste en el enlace que un enfriamiento tan acentuado como el que ofrecen los cuerpos planetarios, determina incesantemente entre la capacidad de su costra sólida y el volumen de su masa interna: y siquiera ignoremos cuáles son las propiedades físicas de los cuerpos en ella contenidos, la analogía nos conduce á suponer que la desigualdad en el modo de enfriarse debe obligar á la cubierta externa, cuyo actual enfriamiento casi puede decirse nulo, á disminuir de capacidad, para que de este modo pueda adaptarse exactamente á la masa interna por virtud del sensible decrecimiento de su propia temperatura. De aquí el que la tierra y los planetas se desvíen de una manera regular y progresiva de la forma esferoidal que les conviene y que corresponde á su máxima capacidad, y que se acentúe más y más la tendencia de adquirir de nuevo semejante figura, bien sea que la mencionada causa obre sola, ó en combinación con las de otra índole encerradas en su interior; resultando, por virtud de tan admirable procedimiento, la posibilidad de darse razón satisfactoria de la formación súbita de los pliegues terrestres y de las diversas protuberancias que se produjeron á diferentes intervalos en la costra exterior del nuestro, y probablemente también en los restantes cuerpos planetarios.

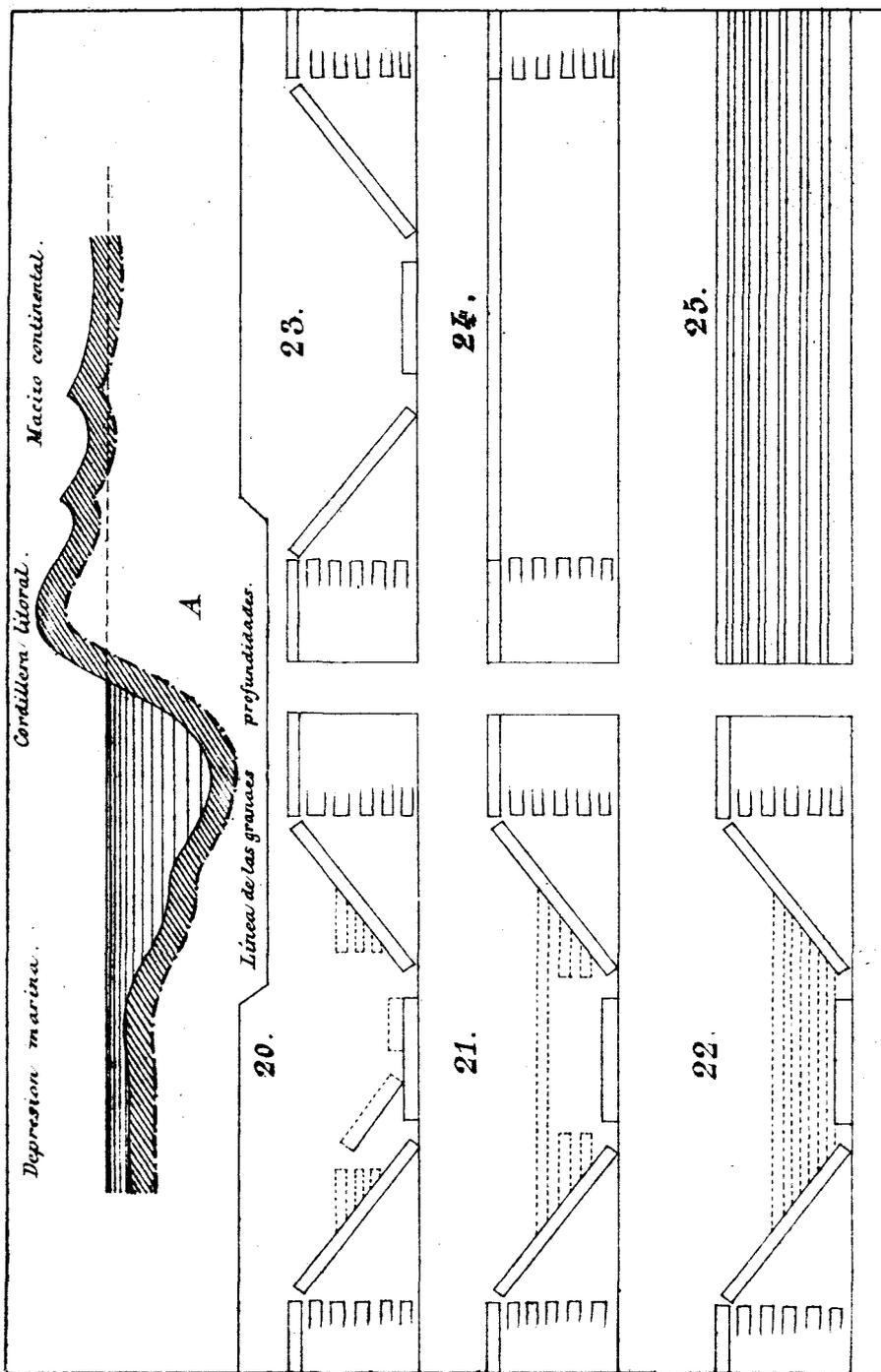
Pasa luego Elie de Beaumont á examinar la naturaleza é importancia que en realidad tienen los agentes internos del globo, y partiendo de la teoría de Laplace, universalmente admitida, por más que algunos pretendan invalidarla en lo que tiene de más fundamental, encuentra que deben figurar entre ellos las

fuerzas expansivas que se desarrollan en los centros volcánicos, en armónico consorcio con las que determinan la contracción de las rocas, pues siquiera la expansión de las materias volcánicas obre en sentido contrario á la reducción de volumen de la masa interna, por efecto del propio enfriamiento, bien pudiera suceder que una fuerza local, como la de un foco volcánico, haya sido la ocasión ó causa determinante de la formación pronta de un pliegue, ó de cualquier otro accidente análogo en la costra exterior del globo; pues por más que la acción volcánica, en el genuino y estricto sentido de la palabra, no deba considerarse como la causa primera de estas grandiosas cuanto sorprendentes manifestaciones de la dinámica terrestre, no hay que olvidar el estrecho enlace que existe entre aquella y la temperatura propia de su interior, de la cual depende así la forma del esferoide de revolución, como los fenómenos cuya causa tratamos de averiguar.

En apoyo de esta gran verdad, con tanta exactitud expuesta, pueden y deben aducirse muchas y muy poderosas razones; pero fijándonos en una sola con el plausible propósito de no conceder al escrito proporciones tales, que sobre cansar en demasía al auditorio, hicieran invertir de un modo poco conveniente los papeles de los que en esta ceremonia intervenimos, haremos notar la coincidencia que se advierte en la armónica distribución de las montañas, que pudieran llamarse plutónicas y las volcánicas; ambas á dos, hállanse agrupadas alrededor de determinados centros de actividad, ó formando cordilleras, siguiendo la dirección de las grandes líneas de fractura ó de menor resistencia; lo cual significa que sea cualesquiera la causa de estos grandes relieves del planeta, y explíquese el hecho de este ó del otro modo, en el fondo todas son ostensibles manifestaciones de un mismo orden de actividades.

Adviértase, empero, que si bien los grandes delineamientos

de la orografía planetaria son resultado del interior candente del globo y del secular enfriamiento de su masa, no por esto se ha de negar, por sistema ó por desconocimiento de la complicada estática y dinámica del globo, la intervención de otros agentes no menos poderosos, figurando entre ellos y en primera línea el agua, ora ocasione en el interior maravillosas reacciones químicas, á las que en combinación con altas temperaturas atribuyen autoridades muy respetables las explosiones y demás fenómenos volcánicos, ora actúe al exterior, modificando de un modo lento, pero incesante, los efectos de la acción endógena. La intervención de tan poderoso agente ha sido reconocida en estos últimos tiempos por aquellos geólogos que, no siguiendo á ciegas ni la doctrina neptunista de Werner, ni la plutónica de la escuela de Hutton, y atentos al resultado del examen micrográfico y químico de los materiales terrestres, han creído oportuno, y conforme con los verdaderos progresos geognósticos, cambiar la significación que antes se daba á las rocas cristalinas y eruptivas, denominándolas hidrotermales en vez de ígneas, calificativo, este último, que hoy se aplica única y exclusivamente á las volcánicas, siquiera, en mi concepto, no con entero y absoluto fundamento. Y cuenta, Señores, que no será quien tuvo repetidas veces la fortuna de contemplar el espectáculo de esas grandiosas manifestaciones de la actividad del globo, tan gráficamente expresado por los italianos con aquel *bello horrido*, frase con que designan las erupciones volcánicas, quien se atreviera á negar la intervención en ocasiones tales del calor propio de la tierra y del ineludible estado candente de la con razón llamada pirofera terrestre; pero apesar de todo, abonan por lo menos mis dudas, de una parte la convicción profunda que abrigo de ser la causa principal de aquellos extraordinarios fenómenos la descomposición del agua en presencia de materias feldespá-



ticas, favorecida la operación por altas temperaturas; y de otra, la enseñanza que suministra el examen micrográfico y químico de muchos productos volcánicos.

Sea de esto, empero, lo que investigaciones ulteriores esclarezcan, lo cierto es que el agua no tan sólo desempeña en el interior una función principalísima en la dinámica terrestre, sino que actúa también al exterior de un modo eficaz y decisivo. Y aquí es de notar, que mucho antes que las escuelas alemana é inglesa disputaran encarnizadamente y con intransigencia que rayaba casi por sus excentricidades hasta el ridículo, por el exclusivo dominio del agua ó del fuego, ya figuró un modesto pero valiente adalid de la buena causa, que sostuvo la necesidad de hacer intervenir ambos agentes en la dinámica de nuestro planeta. Refiérome, Señores, al insigne danés Stenon, quien con un gran sentido práctico y altamente filosófico, como hijo de la observación de los hechos, en un libro admirable, por la buena doctrina que encierra ¹, tratando de explicar la orografía de la Toscana, sentaba este principio, que ha sido la base fundamental de la Estratigrafía moderna. Refiriéndose á la *fig. 25* de las que, á fuer de hombre práctico, ilustra su obra, en la cual traza varias líneas paralelas y horizontales, según se ve en la adjunta lámina, dice: «exhibet autem, *fig. 25*, planum perpendiculari Etruriæ, quo tempore strata lapidæ etiam nunc integra, et horizonti parallela erant.» Así opinan los geólogos modernos que hubieron de depositarse en el seno de las aguas los materiales de sedimento, formando bancos ó capas paralelas y más ó menos horizontales, siquiera en determinadas ocasiones hayan podido afectar *ab initio*, una inclinacion, que, según Delabeche, puede ser hasta de 35°

¹ *De solido intra solidum naturaliter contento*, etc., 1669.

Mas los estratos así formados, afectan los más variados y caprichosos accidentes, originando su estudio lo que es del dominio de esa parte de la ciencia geológica llamada Estratigrafía, cuya genuína explicación las escuelas neptúnica y plutónica no supieron encontrar por discurrir con arreglo á los principios fundamentales de su propio dogma, é ignorar, por causas fáciles de comprender, lo que había ya dicho Stenon, retardando, sin género alguno de duda, con sus exageraciones, la majestuosa y desembarazada marcha de la Geología racional y científica, ya que la verdad no hay que buscarla ni en Werner y sus discípulos que, sobrado hidrófilos, negaban la intervención del fuego; ni en Hutton, Playfair y demás plutonistas, á quienes sin duda exaltó el fuego su mente hasta el punto de no dar al agua la participación debida en estas manifestaciones terrestres. Bastante más sensato y filosófico el geólogo del siglo XVII, explicaba la formación de la oro é hidrografía del globo, con el laconismo y exactitud que encierran los siguientes conceptos. Dibuja la *fig. 24*, en la cual aparecen grandes cavidades internas que dejan sin apoyo casi á los bancos que permanecen intactos, y para explicar el hecho, dice: *fig. 24*, «*ingentes cavitates, sive ignium, sive aquarum, vi excessas intactis superioribus stratis*». Representa la *fig. 23* la formación de un valle, cuya génesis explica de esta elegante manera: «*A disruptis stratis superioribus, ortos montes et valles:*» por donde se ve, según queda anteriormente dicho, que así como el levantamiento en un punto cualquiera no puede menos de producir depresión en otro más ó menos lejano, así también en el caso que supone Stenon de hundimiento, *sive ignium, sive aquarum*, y ahora podría añadirse, *sive refrigerationem*, hay también levantamiento, al que deben su existencia los montes, del propio modo que la depresión ó rompimiento de los stratos, á *disru-*

ptis stratis superioribus, produce los montes y valles *ortos, montes et valles*.

No contento con esto, pasa Stenon á explicar la formación en el fondo de los nuevos valles así constituidos, de posteriores depósitos de sedimento, de este modo: «*fig. 22, a mare facta nova strata in dictis vallibus*»; y admitiendo la continuidad de la acción destructora actuando sobre dichos materiales, dice: «*fig. 21, ex novis stratis consumptam partem inferiorum stratorum, intactis superioribus*»; por fin, completa la tesis de operaciones del maravilloso Proteo, concluyendo con estas significativas palabras: «*fig. 20, disruptis superioribus stratis arenaceis, productos ibi colles et valles*».

Rendido este justo tributo de admiración al insigne geólogo que supo anticiparse de dos siglos á su tiempo, y volviendo á nuestro tema, resulta que con sobrado fundamento hay que aplaudir el generoso propósito del nuevo Académico, de hacer resaltar la bondad de la doctrina del que fué su Maestro, pues según queda dicho, Elie de Beaumont, colocándose en mejor terreno quizás que los que le echan en cara su exclusivismo, sin reparar por cierto en que ellos incurren también en idéntico defecto, reconoce, según quieren éstos, como causa principal de los generales accidentes orográficos terrestres el enfriamiento de la masa interna, sin olvidar por esto, y en ello creo que tiene razón de sobra, la influencia que debe concederse al estado ígneo del interior del globo. Y, Señores, páreceme tanto más natural, lógico, y hasta pudiera decirse de buen sentido, mejor que de sentido común, cuanto que si bien se mira, si el interior del globo estuviera ya apagado, caería por su base toda la teoría del enfriamiento, á la manera que no es posible que un cuerpo orgánico muera, si ya la parca cortó el hilo de su existencia. Están todos, con efecto, contestes en que el enfriamiento, mayor en el fondo que en la superficie, es el que

ocasionó los grandes relieves terrestres, ¿cómo, pues, en el supuesto de que esta operación se haya verificado de dentro á fuera, podría explicarse tan admirable mecanismo? Pues si para que la difusión del calor se acentúe más en las profundidades del planeta, es condición indispensable que exista allí un gran foco calorífico inicial, combinado con los efectos que produce la presión y el quimismo terrestre, la materia no puede menos de afectar estados harto difíciles sin duda de comprender, pero en los cuales es capaz, bien lo sabéis, de desarrollar las mayores energías; ¿deberá por ventura causar extrañeza, el que se tome en cuenta semejante orden de cosas para considerarlo como agente eficacísimo de la dinámica admirable del planeta en que vivimos, y probablemente también de los restantes cuerpos sidéreos?

Demostrada la sinrazón de los inconsiderados ataques á la doctrina del gran maestro Elie de Beaumont, por lo que á la génesis de los relieves del globo se refiere, veamos si tiene algún mayor fundamento la otra acusación que se dirige á la doctrina de ser sobrado general y absoluta.

En este punto, aunque el bien pensado resumen que ha creído conveniente exponer el nuevo Académico en su discurso podría en cierto modo dispensarme de aducir argumentos nuevos, permitido habrá de serme exponer algunas consideraciones encaminadas á idéntico propósito. Mientras la Geografía física, como la Geología, la Meteorología y otras ciencias de observación, ó en términos más propios, los que cultivaban estos ramos del saber, se limitaron á la ímproba, siquiera laudable tarea, de recoger datos, éstos apenas si tenían más significación que la de poderlos considerar como materiales aislados y sin trabazón, con los que, andando el tiempo, había de levantarse el majestuoso edificio. Mas para este último trabajo, de verdadera síntesis y de construcción científica, se necesi-

taba la intervención de alguno de esos hombres extraordinarios, dotados de todas las cualidades que distinguen al genio, á favor de las cuales les fuera dado trazar con mano segura el cuadro de lo que, con el trascurso del tiempo, había de constituir la verdadera ciencia. Entre dichos genios, justo será citar en primera línea al inmortal Humboldt, á quien se debe, entre otros valiosos y trascendentales servicios, el notable impulso que dió á los estudios meteorológicos, geológicos y geográficos, abarcando con su mirada de águila las grandes síntesis de todos estos conocimientos, y creando, digámoslo así, de un modo concreto la Meteorología y la Geografía comparadas, con lo cual se daba á estas ciencias un giro enteramente nuevo, infundiéndoles el sello filosófico de que antes carecían. Siguió esta misma senda el insigne Debusch, siquiera concretara especialmente sus afanes á las disquisiciones referentes á los grandes fenómenos de la historia terrestre; determinando, de acuerdo con su compatriota Humboldt, las cuatro grandes direcciones de los relieves orográficos del centro de Europa. Y como discípulo de estos dos grandes maestros, que, aunque educados en la escuela de Freyberg, apartáronse bastante de la doctrina del gran Werner, afiliándose en la plutonista de Hutton, aparece Elie de Beaumont proponiendo otra explicación al hecho, y generalizando la idea, hasta el punto de hacer extensiva la noción de los grandes relieves geográficos, primero á todo el continente europeo, y más tarde á la superficie total del globo, ampliando no sólo hasta 21 el número de levantamientos, sino concibiendo la famosa red pentagonal, hija de la observación y del cálculo más riguroso, según ha sabido exponer con claridad suma el Sr. de Botella.

Por más que la hilación de ideas y conceptos háyame obligado á invertir algún tanto el orden cronológico, considero justo manifestar que por lo que á la temperatura propia del

globo se refiere, verdadero punto de partida de la doctrina de los levantamientos, mucho tiempo antes había ya publicado el Sr. Cordier, Profesor de Geología en el Jardín de Plantas de París, la Memoria resumen de las pacientes y minuciosas observaciones por él hechas en las minas de Bretaña que dirigía en calidad de ingeniero. Este estudio, en unión de otros análogos realizados en diferentes puntos de la tierra, sirvió como de principal fundamento para establecer la ley del aumento de la temperatura, á partir de la línea isogeoterma ó de igual y constante calor terrestre. Mas no contento con esto, y sospechando que por aquel camino podrían explicarse satisfactoriamente todas las manifestaciones volcánicas, aplicó su vasta inteligencia á la solución del problema, á cuyo fin, y para estudiar prácticamente el asunto, giró una visita al territorio clásico de la Auvernia y á las Islas Canarias, concluyendo por sentar el principio de que las erupciones, por lo menos, son meros efectos geotérmicos ó del enfriamiento de la masa ígnea interior.

En este mismo sentido dirigía sus estudios el Sr. Constant Prevost, cuya doctrina favorable á la depresión, resultado del enfriamiento de la masa interna, complaciase en comunicar de palabra en la cátedra de la Sorbona, á cuantos tuvimos la fortuna de asistir á sus sabias é interesantísimas lecciones, y al mundo científico por medio de las publicaciones de la Sociedad geológica de Francia y del Diccionario de Historia Natural de Carlos D'Orbign y.

A tal punto contribuyeron estas profundas disquisiciones á esclarecer la historia física del planeta, que poniendo en parangón los preciosos datos recogidos tocante al calor propio de la tierra, con el pasmoso arsenal de restos fósiles recogidos por diligentes y celosos paleontólogos, de un lado pudo ya el Sr. Lecoq establecer su ingeniosa clasificación de los climas en terres-

tres, mixtos y solares ¹, fundado en la distinta índole y en la distribución geográfica de los seres antiguos, que dista tanto más de la que caracteriza la de la Fauna y Flora actuales, cuanto más antiguos son los terrenos ó los materiales que conservan sus despojos, y de otro pudo ya adivinarse la Meteorología retrospectiva, merced al conocimiento más perfecto de los vegetales y animales que habían hermoñado la superficie del planeta en los diferentes períodos de su encantadora historia, por la necesidad que aquellos tuvieron de acomodarse á las condiciones de existencia en el período en que vivieron, en virtud del principio de la adaptación. Encerraba todo esto tanta verdad, que ya en su tiempo dijo el gran Cuvier, que sin el auxilio de los fósiles, hubiera sido imposible reconstituir y trazar la historia de nuestro planeta.

Pero de todos estos admirables progresos, que casi puedo decir haber presenciado, tal es el privilegio de la edad, así como del que se refiere al estudio de lo que siquiera con cierta impropiedad, denomina su autor Geología comparada, en lo que por el momento importa insistir es en el servicio incomparable que á la historia de la Geografía ha prestado la teoría de los sistemas de montañas, desde el momento en que su aplicación al conocimiento de los relieves del globo les ha comunicado un carácter de precisión y de generalidad tal, que ha permitido el establecimiento de leyes que, como la de Dana, modificada por Lapparent, simplifican extraordinariamente su estudio.

He aquí ahora en qué términos formula el insigne geólogo americano su famosa ley: «Los continentes ofrecen, por lo co-

¹ Tal vez hayan de sufrir alguna modificación estas denominaciones, en virtud de la teoría Blandet, fundada en la concentración solar.

mún, los bordes levantados, formando contraste con el centro de su territorio, representado por grandes mesetas ó por cuencas deprimidas; observándose que de las dos series de alturas representantes de los dos literales de los continentes, la superior en altitud es la que corresponde al océano más extenso.

Los ejemplos en apoyo de este gran principio de Orografía comparada, hijo en gran parte de las ideas filosóficas del autor de los sistemas de montañas, son al parecer decisivas, especialmente cuando se trata de la estructura del Nuevo Mundo, bastando para cerciorarse de la verdad que encierra, echar una ojeada á una buena Carta geográfica.

Mas encontrando Lapparent algo deficiente este principio de Dana, desde el momento en que no es aplicable á todas las tierras y á los accidentes orográficos que las distinguen, apela, con el fin de esclarecer el asunto, á la génesis orográfica, como hija del conocimiento geológico, y en su virtud modifica lo dicho por aquel, en los siguientes términos: «En la época en que una cordillera adquirió su principal relieve, ofrecía dos vertientes muy desigualmente inclinadas, enlazando la más suave con el continente, y la más rápida dando frente de un modo directo con el mar. La figura marcada con la letra A en la lámina adjunta, expresa gráficamente este principio.

Los Pirineos, entre otros, ofrecen un excelente ejemplo de este orden de hechos: sabido es que en esta cordillera faltan los materiales del piso mioceno del terreno terciario, mientras alcanzan considerables alturas en su interior los numulíticos, circunstancia que confirma la creencia de haber alcanzado aquella su principal relieve entre el período eoceno y el mioceno, en cuya época la vertiente más suave enlazaba con las tierras españolas ya á la sazón emergidas, al paso que del lado de Francia, y muy especialmente en la cuenca del Garona, el mar en que se depositaban las rocas del mioceno ó de la mo-

lasa, presentaba como litoral escarpado la rápida vertiente de la misma cordillera.

Iguales condiciones ofrecían en distintos períodos el Jura, los Alpes, el Ural, así como los grandes relieves de el Africa, de las dos Américas y el Asia, hecho que, á más de revestir el carácter de universal, inspira al egregio Lapparent el siguiente concepto: «Diríase, en consecuencia, que el preludio de la formación de toda cordillera parece ser un hundimiento en el sitio mismo donde el futuro relieve ha de formarse, hundimiento llamado por Dana geosinclinal, y previsto ya por Elie de Beaumont, cuando clara y terminantemente dice: «La formación de los diferentes sistemas de montañas, me parece que debe explicarse por la compresión lateral de un huso de la corteza terrestre: fenómeno en el que conviene distinguir el levantamiento relativo que se refiere al nivel del mar, y el absoluto relacionado con el centro de la tierra, encerrando en ambos sentidos una gran verdad.» A lo cual añade el Sr. Lapparent: «Desde que en 1852 fueron escritos estos magistrales conceptos, nada ha ocurrido que obligara á modificarlos, por más que habiendo sido desnaturalizada la doctrina de aquél referente á los hundimientos generales y á las laterales compresiones, háyase atrevido más de un geólogo á presentar la idea como propia y nueva, en oposición á la teoría de los levantamientos.

Completando el mismo pensamiento respecto, no á la universalidad de estos movimientos que el mismo Elie de Beaumont considera como parciales al tiempo de formarse, sino á la suma de todos ellos y al enlace que tienen con los grandes delineamientos terrestres, el mismo Lapparent manifiesta que sería de todo punto incompleta la idea que se formara de los relieves del globo, si sólo se fija la atención en los pliegues ó arrugas continentales, concluyendo por ofrecer la siguiente

fórmula como síntesis de tan interesantes disquisiciones: «Toda gran línea de alturas emergidas ó no, representa una arista saliente formada por la intersección de dos vertientes de desigual inclinación, la más rápida buzando hacia una gran depresión ocupada por lo común por el mar: la otra extendiéndose en ondulaciones sucesivas hacia una depresión menos pronunciada, que en la mayoría de los casos puede ser continental. El pie de la vertiente más áspera es la arista en hueco de una intersección inversa de la primera, cuya pendiente moderada sube ó se eleva poco á poco hasta las regiones de profundidad media de los océanos. De este principio general, gráficamente expresado en el diagrama letra *A* en la adjunta lámina, deduce Lapparent la siguiente última conclusión: «La idea de repujamiento lateral se impone por sí misma á la vista de las grandes líneas del relieve terrestre, y como el buen sentido indica que semejante operación sólo puede hallar su verdadera causa en el rompimiento y descenso de la costra sólida, de aquí el que por un camino del todo independiente, nos veamos obligados á aceptar la noción de un núcleo fluido que se contrae al perder su calor.

Sin insistir más en el desarrollo de tesis tan importante, entre otras razones, por no abusar en demasía de vuestra ya casi agotada paciencia, creo que queda con lo expuesto demostrado hasta la saciedad, lo infundado del ataque que dirigen algunos á la doctrina del gran Maestro, cuya excelencia ensalza su discípulo Lapparent, manifestando que si bien escapó como era casi inevitable, á la gran penetración de Elie de Beaumont algún punto de detalle, considerada en general, puede asegurarse que desde que aquel expuso con tanta nitidez el cuadro de las dislocaciones sucesivas de la costra terrestre, la ciencia, más bien que adelantar, diríase que ha ido retrocediendo.

Ahora bien, esclarecido hasta donde es posible el maravilloso procedimiento empleado por la naturaleza para originar los principales relieves y demás accidentes que la protea superficie terrestre ofrece á la contemplación de los que á su estudio y conocimiento con verdadero amor se consagran, ¿se necesitarán por ventura más pruebas para confirmar lo que repetidas veces queda dicho, así por lo que se refiere al inmenso servicio á la historia del globo prestado por el autor de los sistemas de montañas, como tocante á los estrechísimos vínculos que á la Geografía con la Geología enlazan? Si la escasez de conocimientos y la torpeza de mi pluma impiden que aduzca nuevos razonamientos en apoyo de la última idea, poco debéis, en verdad, lamentaros de esta mi deficiencia intelectual, pues en rigor la segunda parte del discurso que acabamos de oír de labios del nuevo académico, suple con exceso todo cuanto sobre el particular no acierto yo á deciros. Con efecto, el Sr. Botella, tras de prolijos estudios prácticos sobre el territorio de la península, hechos con la más completa sinceridad, y sin obedecer á género alguno de prejuicio, sino más bien procediendo por la vía de la observación más atenta, y reuniendo el carácter de geólogo práctico y de profundo matemático, logró acopiar una suma tal de materiales, que sumados con los recogidos por otros naturalistas, constituyen un arsenal de datos inapreciables, con el que á más de la carta geológica de todo el territorio, ha trazado el mapa ipsométrico, en el que resalta más que en otro trabajo de índole análoga el enlace íntimo que existe entre la naturaleza y edad de los materiales componentes de la península, y los principales delineamientos de su oro-hidrografía. Y sólo después de tan prolijo estudio fué cuando su ánimo quedó de la manera más placentera sorprendido, al notar la singular coincidencia de lo por él observado en esta parte más occidental de Europa, con lo estableci-

do por Elie de Beaumont como tesis general: y satisfecho de la empresa, surgió en él la idea de ofrecer á esta sabia Asamblea como justo testimonio de reconocimiento por la singular merced dispensada, y á manera de síntesis de todos sus afanes y desvelos, no sólo el profundo razonamiento que en el discurso y en todas sus páginas campea, sino también los interesantes dibujos que le sirven de digno coronamiento, ya que de ellos puede decirse que no sólo confirman de la manera más plena la doctrina de quien fué de ambos Maestro y excelente amigo, sino que prueban hasta la evidencia la estrecha fraternidad que de hoy más unirá á la Geografía física y á la Geología. Sean, pues, las últimas frases de este mal hilvanado discurso, de respetuosa admiración á la memoria del inmortal Elie de Beaumont, que supo trazar los primeros y más atrevidos delineamientos de la grandiosa génesis orográfica terrestre, y de cariñosa gratitud hacia el distinguido Ingeniero español que ha sabido coronar la obra, encaminando todos sus afanes á contribuir de una manera tan brillante á enriquecer y quilatar la verdadera cultura patria.—HE DICHO.