

ACADEMIA DE CIENCIAS
EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

LA COOPERACIÓN CIENTÍFICA
DISCURSO

LEÍDO EN LA SOLEMNE SESIÓN INAUGURAL DEL CURSO ACADÉMICO DE 1931-32

POR EL EXCMO. SEÑOR

D. PEDRO DE NOVO Y FERNÁNDEZ-CHICARRO

EL DÍA 11 DE NOVIEMBRE DE 1931



MADRID
GRÁFICAS REUNIDAS, S. A.
96, Hermosilla, 96
1931

SEÑORES ACADÉMICOS:

Para componer este discurso, obediente a quienes, como superiores, pueden mandarme, he evocado nuestra indefensión ante la magnitud abrumadora de la ciencia actual, por lo que viene a ser réplica del que leí con motivo de mi ingreso en esta casa hace siete años; lapso en el que, conforme ampliaba mis estudios, he visto acrecerse las dificultades que entonces enumeré y que evidencian, no lo estéril del personal esfuerzo, sino la perentoria necesidad de integrar el de todos mediante la cooperación científica.

Muchas veces he creído notar cierto orden geométrico en las ideas que, componiendo cuadros sinópticos, reducen a claridad la confusión; tendencia en mí tan arraigada, que para los más varios asuntos, lo mismo si deseo fijar la traza de una composición poética, que si persigo la provechosa distribución de afanado día, o cuando intento explicarme las causas de un suceso histórico, al punto veo mentalmente en cuadros los términos del problema. Se dirá que nada peor que recluir los más varios pensamientos entre líneas, llaves y paréntesis; que tal sistema hace árido lo exuberante y mecaniza lo espontáneo. Así es, en mi caso, pobre recurso de modestísimo trabajador; pero reconozcamos que precisan la idea líneas definidas y que, según

expresó con feliz imagen el original poeta, Ingeniero de Caminos, D. Melchor de Paláu, la geométrica forma cristalina es en la Naturaleza como en el lenguaje el soneto: su más perfecta concreción.

Digo esto, porque al planear mi discurso buscando para su desarrollo casos que justificasen el tema, se me ofrecieron, naturalmente, a la imaginación aquellos que en la ciencia que cultivo exigen concurso de otras y que, como últimos términos del cuadro, agrupé en tres o cuatro conceptos, y éstos, a su vez, dentro del de Tectónica, que sintetiza las actuales investigaciones. Completo así el cuadro mental, procederé a recorrerlo en orden inverso, exponiendo cómo irradian diversas ramas de la Geología, y seguro de que en cada ciencia podrían formarse otros cuyos extremos diverjan o encajen mutuamente con variedad infinita.

La aridez del tema me mueve a excusar sobrado y enfadoso tecnicismo, rigor de exposición, copia de datos y extraños nombres.

Fuerza es recordar, sin embargo, que el de Tectónica procede de *tectum*, pues se imagina la parte exterior de la corteza terrestre a modo de construcción ciclópea, y cada trozo gigantesco techo o dovela. Por tanto, Tectónica es el despiece de esa bóveda colosal, según lo han dispuesto los movimientos propiamente llamados orogénicos, y otros de distinta y dudosa índole. Al contrario que muchos autores, distingo la Tectónica de la Orogenia; ésta, como indica su etimología, es el estudio de la formación de las montañas, concepto que suele extenderse a toda alteración de la corteza, considerando que, donde existen tales trastornos, se han formado cordilleras por plegamiento o por descenso. Sea así, aunque discutible; pero, a mi juicio, Tectónica significa la propia disposición de las grandes dovelas terrestres, la arquitectura del edificio; la Orogenia, el proceso seguido al construirlo.

Así definida la Tectónica, resaltará el singular interés de su conocimiento si se advierte que a la disposición de los trozos de la corteza atiende todo estudio en grande escala, ya con carácter científico, ya con objeto industrial.

Imaginemos que una hormiga escombrara los diversos materiales de arruinado templo egipcio, y que por razones especiales del mundo fórmico, hubiese de utilizar unas veces cemento, otras, granito, sienita, mármoles, estucos, y aun el oro y colores que los cubren. Su práctica de buscadora le habría enseñado que las últimas sustancias, frágiles y livianas, suelen desvanecerse trocadas en polvo cuando nada las protege contra los agentes exteriores; que los ladrillos sufren igual destrozo, aunque en escala infinitamente menor, y se hallan a veces desprendidos lejos del sitio que ocuparon, y que, en cambio, los sillares conservan su puesto o yacen cerca de él. Pues semejante es la actitud del hombre ante las riquezas del suelo cuando sólo lo guía la rutina y observa reducido espacio. Extrajera con tino la hormiga los materiales del templo si conociese su plan de construcción, pues entonces sabría que tras informe pila de derruidos ladrillos acaso se ocultara, casi intacto, riquísimo estuco; que bajo algunas de las grandes piedras pudiese hallar sorprendente hipogeo, pero que fuera en cambio inútil remover otras, simples y macizos elementos de muros de carga.

Hasta el siglo pasado, poca o ninguna relación hallaban los hombres entre los distintos países, y sólo detenido estudio en cada uno fué mostrando analogías y diferencias de estructura que permitieron vislumbrar el plan arquitectónico de nuestro planeta. Pero..., somos hormigas para quienes cada sillar equivale a extensa comarca que a fuerza de años y afanes precisa recorrer, y luego otras y otras que, comparadas, permitan concebir el conjunto. Lentísimos y laboriosos

análisis y arriesgadas síntesis, en repetida sucesión, constituyen la historia de la Geología.

Nacida ésta, como sabéis, a fines del siglo XVIII, en Inglaterra, Alemania, Francia y Suiza, por dichosa casualidad, el suelo de esas naciones, las más cultas de Europa, encerraba y encierra aún la clave de muchos problemas, lo que facilitó desde el principio extender al resto de la Tierra las conclusiones allí asentadas. Recordaréis, también, que al explorar la cuenca carbonífera del Norte de Bélgica, aparecieron en el subsuelo de aquel país tan llano, capas rocosas muy plegadas que sólo podían ser restos de pretéritas cordilleras desaparecidas, que, tras la extrema dificultad de desentrañar lo subterráneo, muestran su íntima estructura como preparación anatómica y que, naturalmente, se equipararon a la moderna más inmediata, la Alpina. Progresivos y sagaces análisis de la ingente cordillera, sobre la base de la enseñanza extraída de aquellos pliegues antiguos, aportaron más tarde lo en ella averiguado para el estudio inverso, o sea, para desenmarañar la orogenia de otros países: la formación de las cordilleras demolidas en diversas partes del Mundo.

Comparada la orogenia en países remotos, explica la disposición general de los elementos terrestres; es decir, la Tectónica, que nos muestra en enormes espacios la estratigrafía del suelo, ya donde las rocas se conservan horizontales o tendidas cual se depositaron en el seno de las aguas, ya trastornadas por movimientos orogénicos que las levantaron y plegaron o aun invirtieron su orden.

A veces la fuerza orogénica fué tan violenta que el pliegue se estiró hasta romperse y, ya roto, el mismo empuje que motivara plegamiento y fractura lo arrastró sobre el terreno kilómetros y kilómetros, y aun suele ocurrir que el paquete de pliegues así desprendidos y arrastrados, se detiene en paraje de formación más moderna, de modo

que las capas antiguas descansen sobre las jóvenes, o sea a la inversa de como se depositaron. Tal fenómeno tiene enorme interés para la explotación de una cuenca hullera, pues, en condiciones normales, cuando alcanza el minero nivel inferior al carbonífero, es lógico que desista de ahondar en busca del combustible; pero si se demuestra que en aquel país existen esos pliegues superpuestos, llamados mantos de acarreo, ya debe admitir la posibilidad de que aquel terreno antiguo que le había quitado toda esperanza, oculte al carbonífero más moderno e indague si la cuenca rica se reanuda bajo el manto exótico. En la belga antes citada, y en otras varias, el conocimiento de la tectónica del subsuelo permitió duplicar la riqueza disponible.

Lo inverso ocurre en países de tal naturaleza (y me fijo en ellos por ser los de más complicada estructura) cuando se trata de investigar filones metalíferos. Sabéis que el filón es grieta del terreno que han costrificado aguas cargadas de sustancias metálicas, que por dicha abertura surgían a la superficie como manantiales calientes. Si, luego de formado el filón, sobrevienen el plegamiento y arrastre que antes dije, es claro que la veta rica sólo pertenecerá al manto exótico superpuesto y no al terreno subyacente, pues que la grieta original habrá quedado en la raíz abandonada. Pero si primero se forma el pliegue, se rompe, camina sobre terreno más moderno, y, después de colocado en esa posición falsa, se abre la grieta, ésta afecta por igual al subsuelo más joven y al pliegue superpuesto más antiguo y en ambos depositan las aguas sustancias metálicas que componen rico filón; entonces sí, debe buscarlo el minero ahondando bajo el manto. ¿Habrá algo que le indique si se halla en uno u otro caso antes de emprender costosa labor? No, con seguridad, pero sí con rigor científico puede orientarlo la Tectónica.

Entre varios métodos posibles citaré el basado en la afinidad que

suelen tener los criaderos de territorios con análoga composición e igual edad orogénica y que, por tal motivo, se denominan *tipos metalíferos regionales*. Esta semejanza o aire de familia, como, con gracejo, se ha llamado, es utilísima para buscar en un país criaderos iguales a los que existen en otros, aunque remotos, de parecida constitución y orogenia contemporánea, y, en el caso de que tratamos, enseña si el filón superficial corresponde a movimiento anterior o posterior al acarreo del paquete de capas plegadas en que aflora.

Mas, como no es fácil, ni rápido, ni seguro el hallazgo de sustancias metálicas, casi siempre escasas, soterradas y ocultas, con asomos insignificantes respecto a la superficie del suelo y volumen de las rocas, puede reemplazar al testimonio que ofrecen los afines o disparos tipos de criaderos, la relación que guardan con las llamadas provincias petrográficas, o sea aquellas regiones en que aparecen determinados tipos de rocas internas, pues, a causa de su identidad de origen con las sustancias filonianas, unas y otras obedecen para su distribución a iguales leyes, de modo que las provincias petrográficas, cuyas rocas son más fáciles de hallar, por su abundancia y volumen, tienen mucho valor para deducir, hasta cierto punto, las metalíferas.

Como las rocas de origen interno brotan flúidas por las roturas que en la corteza producen los pliegues y hundimientos, han de buscarse en parajes apropiados a esa clase de grietas, cuales son aquellos donde las cordilleras presentan inflexión según su longitud, y donde, debido a la rigidez de las capas pétreas, éstas se rompen y abren paso a las inferiores pastosas. Hay, pues, que discernir las directrices orogénicas, el rumbo de las cordilleras; tarea mucho más complicada de lo que a primera vista parece, ya que, a menudo, las montañas se entrecruzan, divergen o se hacinan en sistemas de edades distintas, y es arduo fijar las respectivas de formación, concatenaciones y entronques.

También allí donde una dovela o techo del edificio terráqueo desciende como sillar que hace asiento en una obra, se producen grandes fracturas llamadas periféricas porque siguen la línea de junta del sillar hundido con los adyacentes; y estas fracturas motivan otras que penetran en los sillares, rotos al esfuerzo, y que se denominan fallas radiales. Por ambas fluyen los magmas internos, cuyo estudio conduce al objeto perseguido.

Esto se relaciona ya con uno de los problemas básicos de la Tectónica: el de los grandes hundimientos corticales que dieron su fisonomía actual a la Tierra y abarcan enormes superficies; tales son los que se supone completaron la cuenca del océano Pacífico; los que le añadieron la del Indico; los más limitados y discutidos, que abrieron el Atlántico de Norte a Sur, y los que cincelaron cóncavos litorales recientes del Mar Latino. Atlánticos y pacíficos determinan la diferenciación más notoria en tipos de rocas hipogénicas; es decir, que definen, antes que provincias, regiones, hemisferios petrográficos.

En sus variados aspectos, la serie de problemas que expongo, presentan complicadas relaciones de mutua dependencia, que permiten atacarlos sucesiva o simultáneamente mediante renovados tanteos por uno u otro camino, de modo que un caso particular resuelve o facilita en ocasiones cierto problema de conjunto, e inversamente uno de éstos, estudiado de modo abstracto, conduce a beneficiosa aplicación. Sirva de ejemplo la enseñanza que acerca de la tectónica de un país proporciona la perforación de largo túnel en complicada cordillera, y cómo inversamente el conocimiento de esta estructura así adquirido será imprescindible al emprender obra semejante en análogo territorio.

Compréndese, pues, el valor que encierra el mapa tectónico para una nación y el noble afán de poseerlo que hace tiempo se agita en

la nuestra, tanto más justificado cuanto que tal vez no exista otra donde ese estudio presente mayor atractivo. En nuestro suelo perdura el edificio herciniano, se desarrolla potente y varia la orogénesis alpina; hay viejas cordilleras arrasadas, otras erguidas por reiteración del movimiento en distintos periodos; las hay modernas con elementos antiguos y modernas de elementos recientes. No faltan fosas de descenso ni movimientos en masa; cordilleras cuya cumbre geográfica no corresponde a la orogénica; mesetas de tipo centro-asiático; cuencas alpinas, variedad de rocas internas y también, aunque escasas, señales de volcanismo.

¡Curiosa paridad releva la tectónica de nuestro país entre la historia geológica y la humana! En una y otra enlaza África y Europa, Oriente y Occidente, y de igual modo que en lo humano esta situación había de motivar continuas guerras, diferentes invasiones, sellos impresos en el carácter, luchas de siglos, sagradas y perdurables obligaciones y el más extraño destino que correspondiera a nación alguna, de idéntico modo, a singular trabazón de relieves debe nuestro país la dureza del clima, escasez de ríos, aislamiento de regiones, dificultad de transportes, falta o exceso de lluvias, todo lo que ha influido en nuestro desarrollo histórico. Fuera vano equiparar ambas clases de acontecimientos, pero así como es indiscutible que la configuración de un territorio, el factor geográfico, determina sus futuras vicisitudes, no puede tampoco negarse que en la Península fenómenos orogénicos y acontecimientos históricos se han sucedido con singular semejanza, que descubre, bajo lo que hay de fortuito, sólida base causal.

Si buscamos analogías más que imágenes, advertiremos que la formación alpina avanza entre los Pirineos y el Atlas, no sólo por las grandes cordilleras Pirenaica, Catalana, Penibética y de Baleares, sino

actuando de tal suerte sobre las antiguas que, en parte, les imprimió carácter y dirección; influencia que se nota del Cantábrico al Estrecho y de Lisboa a Barcelona; que se desvanece en el extremo Noroeste y culmina en los terrenos antiguos de Sierra Nevada. Impera, pues, la orogénesis alpina en el conjunto de nuestro territorio de igual modo que la cultura procedente del pie de los Alpes nos llevó a ser en carácter, métodos, defectos y virtudes, los más genuinos sucesores de Roma.

Advirtamos que si estas superposición de ondulaciones logró fundir con los elementos preexistentes los nacidos del clásico Mar de Tetis, fué por formidable empuje procedente de la mole africana, que en continuo avance rechazó hacia el Norte los depósitos últimos, que se adherieron, como a firme sostén, a los antiguos, más rudos, a los que antes, en parte, moldearon. ¿No surge el recuerdo de las invasiones africanas, también arrolladoras y repetidas? La remotísima inmigración semítica, simbolizada en el Mito de Hércules; la cartaginesa, y la musulmana del siglo VIII, de cuyo influjo sólo se aislaron más tarde la cultura galaico-portuguesa en el Noroeste y la provenzal en el Nordeste, con resistencia que halla extraordinaria y exacta paridad en la que opusieron en tiempos remotísimos geológicos al choque africano transmitido por las cordilleras alpinas la mole de Galicia y la Catalana-Sardo-Corsa, respectivamente.

Fué la primera el pilar más firme, de sólidas y rudas peñas, núcleo de nuestra Península, y en ella los arcos hercinianos, tan europeos (y acaso otros más antiguos), que la ciñen y amplían, se hallan a medias desvanecidos, y donde más destacan es, como acabo de decir, por la nueva energía que procedió de Levante y renovó su carácter montañoso. Esta misma mole en la última época geológica, acaso cediendo a las leyes de la Isostasia, se inclinó basculando hacia el Oeste;

o sea, que la faja lusitana, a la que amplia dobladura delimita con el resto de la Península, se orientó hacia el Océano.

Entre las modernas cordilleras, los Pirineos, tan altos, nos aislan de Europa, y, por fin, las realmente alpinas, nacidas en el Mediterráneo, cuna de nuestra cultura, reviran desde el Sur de Andalucía hacia las Antillas, de modo que su rumbo semeja índice de nuestro destino.

Desde el punto de vista geológico, no carece de fundamento decir que en los Pirineos comienza Africa (al menos, el Norte de Africa), pero también de cierto modo, comienza América en suelo español.

Como ejemplo de la base que halla la historia en el estudio de movimientos orogénicos y depósitos minerales citaré otro, más directo, que, si muy accesible a la crítica, tiene atractivo por su novedad.

No habrá dos años leí curiosísimo y bien documentado libro de autor chileno, quien sostiene, con datos prehistóricos, étnicos, lingüísticos y geográficos, atrevidos, pero no desdeñables, nada menos que España fué cuna de la Edad de Bronce, para lo que alega no sólo la superior cultura que aquí, Sur de Francia y Norte de África predominó durante el neolítico, sino que en aquella época brindaba nuestro suelo, a flor de tierra, el cobre y el estaño indispensables. Añade que la creadora de la Edad de Bronce pudo serlo y lo fué también de la civilización mediterránea y de los héroes que la encarnan en las mitologías griega y latina; lo que a su juicio explica, además, aquel ponderar el remoto Occidente entre los pueblos del extremo oriental del Mare Nostrum.

Para fundamentar su estudio reconstituye a trechos la geografía mitológica admitiendo notables cambios de mar y tierra y movimientos muy recientes en las costas, como los permiten evocar el volcanismo del Estrecho, de Cabo de Gata, el Rif, Olot e Italia insular y peninsular; las recientes playas colgadas de nuestras costas levantinas; la faja

sísmica costera entre Lisboa y Alicante, y tal vez pliegues cuaternarios del plasenciense en Marruecos.

Quiso la suerte que leyera este libro recién llegado del pie de la sierra de Alcaraz, límite del territorio manchego, donde a más de mil metros de altitud había visto cantos rodados de cuarcita, de indudable origen fluvial, que, poco más al Norte, reaparecen a ochocientos metros, por lo que su conjunto revela movimiento bascular del suelo, sin duda obediente a descenso de nivel del Mediterráneo, que arrastró hacia sí los ríos renovando su fuerza erosiva, cual lo prueba la profundidad de las hoces que ha excavado el Júcar en su rejuvenecido lecho. La edad de estos depósitos fluviales parece posterior al plioceno, juzgada en Albacete, pero precisa buscar aquellos cantos en la desembocadura del citado río, pues, de existir en playas colgadas de determinada edad, ésta nos daría la de tales depósitos y ambas la del descenso. Este razonamiento, enlazado con aquellas hipótesis que el libro aventura acerca de la situación prehistórica de España, muestra que, en lo que a la distribución de mar y tierra se refiere, exigen estudiar las sierras de Albacete y las costas valencianas.

Me apresuraré a decir que en este caso, y en otros semejantes, se trata de meros atisbos y que nada puede asegurarse acerca de la estructura general de un país hasta conocerlo íntegro muy a fondo.

Aparte los problemas de primer orden que he esbozado, tiene grande utilidad la tectónica en la prospección minera, pues si se trata de buscar filones metalíferos nos dirá que hemos de fijarnos en zonas de agrietamiento reciente, como en aquellas de las moles hercinianas, donde superpuestos movimientos alpinos produjeron fracturas, fácil manadero de aguas mineralizadas que, encostrándolas, formasen ricas venas. Igual base y método encuentra el estudio de la distribución, naturaleza y origen de las fuentes térmicas actuales, pues depende

de las roturas de la corteza terrestre, y sirve, no sólo para definir su área de influencia con el fin de evitar intrusiones, catalogarlas de modo razonado y darles eficaz protección, sino para que conociendo sus grietas de venida acaso se busquen otras nuevas. Además, recíprocamente, el estudio sistemático de la clase de mineralización, temperatura y forma de surgencia, enseña en ocasiones la estructura probable del subsuelo. Así denotan los manantiales carbónicos de la Mancha reciente volcanismo, en probable relación con los criaderos de Almadén, por ser el azogue, como muy volátil, propio de países volcánicos; y así también la abundancia de aguas medicinales en Galicia pudiera atribuirse, no obstante la antigüedad de su suelo, a choque de las ondas alpinas.

Si se trata de explotar depósitos de petróleo, ese ansiado combustible tan escaso en Europa y casi inexistente en nuestra patria, tendremos en cuenta que el aceite bruto empapa las rocas como el licor un terrón de azúcar y que su fácil paso de unas a otras hace preciso para investigarlo conocer los movimientos del suelo, ya que, si como hoy sostienen muchos especialistas, la migración del petróleo se produce inmediatamente después de deformados los estratos que lo contienen, pocas probabilidades quedan de hallar depósitos en España, ya que no podrían conservarse en países que hayan sufrido dos o más deformaciones, cual es el caso en grandísima parte del territorio nacional.

Si de la posibilidad pasamos a la facilidad, o sea, averiguar el paraje de acumulación máxima, hemos de atender a las profundidades y medio en que se formaron los depósitos; datos indispensables para saber si aquel punto en que se encuentra el aceite fué arranque, cumbre o parte baja de un geosinclinal profundo, es decir, del antiguo surco submarino en cuyas aguas se depositaron las rocas, pues de que corres-

ponda a uno u otro paraje son muy distintas las conclusiones acerca de su riqueza.

Todo problema como el citado en que se trata de estudiar la rai-gambre de cualquier movimiento orogénico, sólo puede resolverse mediante la interpretación de las facies; aquel conjunto de rocas y de fósiles que éstas encierran, que por su clase revelan el medio en que se formaron. Así, alentaré en la prospección de petróleo el hallazgo de foraminíferos cuyo caparazón sea quitinoso en vez de calizo, pues esto indica que tales seres vivían en aguas ácidas y antisépticas como las de las bahías estancadas, favorables para la formación de hidrocarburos.

Ya sabéis que los fósiles no sólo enseñan las condiciones en que se formó la roca que los contiene, sino las edades de las sucesivas, cuya serie, de abajo arriba por orden de antigüedad decreciente, constituye la estratigrafía, primer paso en los conocimientos geológicos, sin el cual ni siquiera pueden imaginarse los restantes.

Por estas razones en todos los países al mapa tectónico ha tenido que preceder el estratigráfico muy detallado, y más preciso en naciones como España, de tan complicado suelo, si no se quiere que el tectónico sea pura elucubración. Por ello debemos fijar primero la estratigrafía local y pronto observaremos que mutuamente contrastadas las parciales observaciones de cada comarca, darán la grata sorpresa de enorme avance, no sólo en nuestra tectónica, sino en la mundial, ya que a España, en geología, como en todo, ha reservado el Destino ser campo de lucha y de fusión.

Pero el levantamiento de un buen mapa estratigráfico es labor lentísima y exige condiciones que muchas veces no se encuentran en el territorio peninsular, donde no osaré sostener, por ejemplo, que en punto alguno pueda dilucidarse, comparando formas fósiles jóvenes y

adultas, la evolución de flora y fauna y deducir de ésta las condiciones variables de medio y profundidad que indiquen las alternativas retiradas y transgresiones del mar que precisa conocer para la resolución de ciertos problemas, como la investigación de fosfatos.

Tampoco conviene en absoluto la clasificación estratigráfica extranjera a las formaciones españolas, lo que acaso imponga adoptar nombres locales, que cuando vaya conociéndose más a fondo nuestro territorio puedan referirse de nuevo con mayor fundamento que hoy a los clásicos de Europa y América.

Aquí entra advertir que esa labor primera indispensable de hacer el mapa estratigráfico requiere muchos años, mucho dinero y esfuerzo y supone también una serie de conocimientos complementarios que, por salirse del estricto dominio del geólogo, reclaman ajena cooperación.

En el aspecto indicado el campo de la Paleontología, si bien vastísimo e inabordable a un solo hombre, permite al geólogo formar general concepto aun en los estudios afines como la anatomía comparada, indispensable para comprender la evolución de faunas y floras y todo lo que atañe a la filogenia, pues, al fin, corresponde a su especial actividad; mas debe advertirse que también deriva de la Paleontología cuanto se refiere al origen de los depósitos orgánicos, donde sin cesar se amplían y ramifican los conocimientos precisos.

Siempre han discutido escuelas rivales el modo con que se depositó la hulla, y en la actualidad parecidas polémicas se alzan acerca del origen mineral, vegetal, animal o mixto del petróleo. Nada diré de los argumentos propiamente geológicos, tan repetidos, pero nótese que hoy toda investigación se apoya en el examen microscópico de carbones y rocas petrolíferas como único medio para determinar su clase, según el estado de descomposición a que corresponde cada

una, y que sólo entonces es lícito deducir la forma de depósito, la cual se relaciona al punto con la estratigrafía y tectónica del país y orienta en la explotación de un yacimiento o busca de otros.

El cotejo de las cuencas carboníferas con las turberas actuales, muestra como rasgo dominante para que se conserven los seres orgánicos sin total putrefacción, la existencia de agua tranquila y, mejor aún, estancada. A la vez, la génesis de los carbones a expensas principalmente, de organismos terrestres, casi todos vegetales, que vivieron en pantanos, amplias llanuras costeras o interiores o en marismas cubiertas de bosque, obliga a conocer la ecología de las floras carboníferas que nos muestra condiciones de adaptación análogas a las modernas que viven en aguas estancadas; tales son las amplias bases de los troncos de sigillaria, lepidodendrones y helechos arborescentes; el desarrollo de rizomas en sucesivos niveles, como en los calamodendrones y anullarias; las cámaras aéreas de flotación de las plantas más elevadas; la cubierta acuífera de las simientes y otros testimonios inconfundibles de medio húmedo.

Desde tiempo inmemorial se advirtieron en los carbones pedazos de madera, impresiones de corteza, ramas y hojas; en suma, la sustancia leñosa, tan manifiesta en los menos alterados, que por eso se denominan lignitos. Examen más detenido descubre asociados a diminutas partículas de resina, tejidos de varios tipos que conservan detalles de células; por último, en el microtomo, hechos traslúcidos, los carbones, revelan su constitución paleontológica y permiten interpretar cómo evolucionan hacia tipos cada vez más elevados mediante proceso geoquímico y geofísico bajo influencias dinámicas que siguen y se ajustan a la primera transformación, la bacteriológica, que actúa hasta que sustancias tóxicas detienen la putrefacción, tanto más pronto cuanto más antiséptico el medio acuático y más rápido el aporte de restos

que la ahoguen antes de que destruya por completo al ser orgánico. Difiere, pues, de la ordinaria en que perduran algunos compuestos originales y se forman otros nuevos.

El material crudo y los productos de descomposición que caracterizan a estos depósitos varían con las aportaciones, clase de material y grado de estancamiento del agua. La existencia de superficies de agua libre o de estuario, conduce hacia depósito más acuático, apto para los sedimentos bituminosos si se constituye finísimo fango orgánico con material crudo, vegetal y animal, casi todo diminuto o microscópico, en agua bastante tóxica que permita perduren largas cantidades de los componentes y aun muchas estructuras delicadas hasta formar el llamado sapropel, cuya materia vegetal se compone principalmente de diatomeas, hongos y esporas y mucho menor volumen de sustancia animal, pues en ella es más rápida la actividad destructora de las bacterias, y a eso se debe que los productos procedentes de las partes blandas de los animales sólo se revelen en los derivados de descomposición, haciendo que el aporte animal sea por esencia indirecto. Estos depósitos sapropélicos también varían, según la clase del material crudo, la rapidez con que se acumula, la materia inorgánica que lo envuelve y las condiciones de estancamiento del medio acuático, ya pozas más o menos profundas, ya mares con influencia de corrientes oceánicas o estuarios poco someros. Es decir, siempre aguas en reposo que deben imaginarse cuajadas de vida y donde el aporte del material crudo sea bastante a conservar productos de descomposición en las condiciones que han motivado se califique al sapropel de roca madre del petróleo natural.

Vemos, pues, que los depósitos petrolíferos, los carbonosos y orgánicos en general, imponen estudios que se salen de la órbita del geólogo, quien ha de acudir, ya al botánico, ya al especialista en qui-

mica orgánica, ya, sobre todo, al dedicado a la microbiología, supuesto que la acción bacteriológica muestra cada vez más su decisiva influencia para producir tales depósitos y transformar unos en otros.

Pues pensemos ahora en el origen de los minerales que forman la corteza y masa del Globo; en las leyes que rigen sus mutuas diferenciaciones durante el proceso magmático por segregación o exhalación; en cómo se consolidan las rocas hipogénicas, cambios debidos a su contacto o influjo y génesis de sustancias útiles, todo lo cual constituye la ciencia denominada geoquímica.

Será indispensable, por lo pronto, estudiar en cualquier comarca metalífera, la composición de la zona cortical donde se generan las llamadas rocas ígneas (no tan honda, a mi juicio, como suele creerse); porque así como hay provincias petrográficas con predominio potásico o sódico, existen regiones donde el llamado magma fundamental, con arreglo a las condiciones de consolidación, abunda en plomo o cinc, en cobre o mercurio. De él derivan moles graníticas (denominadas batolitos por su profundidad), y mediante diferenciación magmática, granulitas o microgranitos que rellenan las grietas del terreno, y, más lejos del núcleo, las rocas relacionadas con manifestaciones eruptivas, desde andesitas, traquitas y basaltos hasta las coladas lávicas superficiales. Conviene, pues, considerar, no sólo las relaciones entre el tipo metalífero y el pétreo conexo, sino la distancia del criadero a la roca ígnea que se considera lo originó y los movimientos tectónicos que causan las intrusiones de esos magmas y también motivan que los filones ya formados sufran nueva profundización o que, al revés, asciendan más o menos hacia la superficie, así como la antigüedad de tales movimientos, de quien depende la profundidad que descubriera la erosión.

También tiene grande importancia en metalogenia la hondura ori-

ginal de los criaderos, porque se ha observado que las comarcas de cristalización antigua y rocas consolidadas en profundidad contienen sulfuros férricos y cobrizos; allí donde la erosión dejó el granito al descubierto (cual ocurre en las moles hercinianas) filones de estaño, cinc y plomo, y otros distintos las regiones más superficiales con trastornos someros de edad terciaria; ley que, comprobada en cualquier comarca, hará posible, por ejemplo, sondear en filones de plomo, al parecer agotados, para hallar más abajo su continuación o el término inferior de la serie metalogénica.

El análisis espectral de los cuerpos celestes, el químico de los meteoritos y las condiciones físicas que en el cuerpo de la Tierra revela la sismografía, han conducido a nuevas hipótesis sobre su formación basadas en el hecho de que hacia el centro se acumularon las sustancias más pesadas, lo que sólo pudo ocurrir en estado fluido; y si bien se apartan de esta hipótesis algunas modernas llamadas meteoríticas, y para ajustarse a ellas se ha pensado en que la separación por densidad obedeciese a refundiciones locales debidas a efecto termodinámico o a proceso radioactivo, apenas puede suponerse de ese modo una separación que llegue a formar zonas concéntricas bien diferenciadas, como prueban los cálculos recientes.

Conocidos son los relativos a la composición de la Tierra basados sobre la hipótesis de que antes de consolidarse o a consecuencia de renovadas fusiones locales sus elementos se han separado, con gradual cambio de densidades, en dos zonas concéntricas de 1.400 y 1.600 kilómetros de espesor y un núcleo de 3.400, obedientes a la gravedad, pero a la vez por diferenciación de las grandes masas fluidas en magmas básicos de silicatos ferromagnesianos con poco oxígeno y en magmas ácidos de silicatos alcalinos ricos en esa sustancia.

Nuevas diferenciaciones han producido los distintos minerales

para cuya formación existen variadas teorías, cual la que agrupa los elementos primeros en siderofilos: níquel, plomo, carbono, potasio; calcofilos: oro, plata, cobre, cinc, azogue, arsénico, antimonio, bismuto, selenio, telurio, cadmio; litofilos: hierro, oxígeno, aluminio, silicio, magnesio, y los atmosfilos: nitrógeno, elio e hidrógeno, que se acumulan en la atmósfera; nombres tan expresivos como poco rigurosos, lo mismo que cabe decir de otros conceptos, tales como la separación de la zona externa silícica, la media sulfúrica y la interna metálica; predominio en la segunda del hierro, que tanto abunda en la corteza silicatada, y, como consecuencia, considerar ese exceso de hierro característico de los planetas del centro de nuestro sistema solar (al que pertenecen también los meteoritos), correspondiendo a la gran diferenciación que denotan los pesos específicos y que indica que en el Sol y en los planetas cercanos dominen elementos de mucho peso y en los exteriores los ligeros.

Tal es la compleja serie de observaciones que componen la geoquímica y encuentra inmediata aplicación a la Minería, pero que también tiene otras más o menos mediatas y actuales. Estudio sujeto a ley y medida, hipotético, mas no caprichoso, oro de ley y no de alquimia, aunque recuerde sus mentidas trasmutaciones, y que por sus métodos y fundamentos antes puede acometerlo el químico o metalúrgico que el geólogo.

Todavía en lo hasta aquí expuesto se trata de rocas, aunque profundas, accesibles a examen que permita inferir el estado y condición de la mole terráquea; pero si, no satisfechos, indagamos el origen de los materiales que la constituyen, invadimos la esfera del astrónomo, donde no podemos profundizar y en la que es legítimo busquemos orientación a nuestras hipótesis.

Resulta claro y comprensible, aunque acaso no sea cierto, cómo la

Luna se desprendió de nuestro globo, dejando en la superficie de éste, a modo de cicatriz, la cuenca del océano Pacífico, máxima deformación del esferoide. Admitido lo anterior, también seduce presuponer la volcánica, escoriforme y agrietada superficie lunar, fiel trasunto de la zona inferior de nuestra corteza. Sin esfuerzo imaginamos que el núcleo interior del Globo, juzgado por su elasticidad, tenga igual composición que los meteoritos que a millares atraviesan de continuo la atmósfera en rauda lluvia de brillantes trayectorias entrecruzadas, y de ahí deducimos que éstos y aquél pudieran ser trozos del mismo material planetario. Pero en este punto comienza para el geólogo la casi imposibilidad de continuar su examen. Hace pocos años le era fácil detenerse, siquiera dentro de nuestro sistema solar, siguiendo la armónica y socorrida teoría de Laplace, pero hoy, destituida ésta, si bien con los honores debidos a tan largo servicio y al genio de su autor, es tarea penosísima y expuesta a crasos errores, razonar acerca del origen de la Tierra.

Consideradas las artificiosas teorías meteoríticas mera explicación del proceso en sus postreras fases, al abordar la esencia del mismo nos hallamos ante otras hipótesis, entre ellas, la, al parecer, muy fundada de que los sistemas planetarios como el nuestro, nacen cuando por pasar dos estrellas a menos de tres diámetros, cada una produce en la materia de la otra mareas como brazos espirales, en cuyo cuerpo se condensan núcleos que, individualizados luego, constituyen los planetas.

Advierte también con sorpresa el profano que la misma ciencia actual que rechaza como matrices de planetas los anillos de un sol flúido, rotos a causa de movimiento rotario, considera este productor de soles o estrellas desprendidos de anillos ecuatoriales, en nebulosas espiraloides.

Si el geólogo, más vehemente que discreto, quisiera apurar lo relativo a la formación de esas mareas nebulares, se perdería en laberínticos problemas donde intervienen elementos como la inestabilidad gravitatoria que conduce a toda masa caótica a romperse según condensaciones destacadas, y, ya en tan peligrosa corriente, querría inquirir la relación entre velocidad molecular y cohesión gravitatoria de cada masa. Si algún fruto sacase de sus lecturas (lo que es muy dudoso), tendría que acudir para madurarlo, tras escuchar aturdido las enormes cifras que miden el sistema galáctico (insignificantes cuando se sale de él al extragaláctico), a profundizar en la estructura atómica, esos sistemas planetarios de electrones y proton que le muestran la gran falacia que llamamos materia, de la que están tan vacíos los cuerpos como el espacio de soles.

En resolución, descorazonador obstáculo para el que no consagre su vida a esta clase de estudios. Ahora bien: ¿es sólo curiosidad impertinente la que inspiran al geólogo tales problemas? En modo alguno; consideremos que si comprendiese las relaciones entre la estructura de la materia y sus cambios siderales, se explicaría los que ocurren en el interior del Globo. También advertirá que si los planetas se formasen tan sólo del modo dicho, que exige inusitada aproximación accidental entre dos estrellas, rarísima vez ocurrirá tal fenómeno, que debe ser exiguo el número de aquéllos, y que, aun si se cumple esa remota probabilidad, los producidos pudieran excluir la vida, por yertos o abrasados o por generar energía, con tal exceso, que sus átomos cambien de estructura millones de veces en un segundo.

Pues todo esto tiene enorme transcendencia para formar criterio acerca del nacimiento y evolución de la vida, no sólo en el aspecto puramente biológico, sino en lo que al filosófico se refiere, y del que

ningún ser pensante puede prescindir, aunque no sea tal el objeto inmediato de sus investigaciones.

Admitido que sólo parte infinitesimal del Universo esté en condiciones de producir vida; que de los raros sistemas planetarios que existan, muchos carezcan de ella y otros la tengan muy limitada, dudoso quedará el que sólo de razones científicas se guíe acerca de si la vida es el último objeto hacia el que tiende la Creación, o mero accidente que aparece por coincidencias propicias o como etapa natural en las transformaciones de la materia, cuando el medio es favorable, dentro de un plan más gigantesco y de finalidad ignorada. Peligroso concepto que, por muy humana paradoja, pudiera tornarnos con desusado camino al antiguo sentir egocéntrico; porque si la Tierra, esta última ceniza o escoria resultante de la formación del mundo estelar, presentase la vida como raro accidente, resultara, en cierto modo, creadora del resto Universo, ya que sin vida ni inteligencia que lo concibiera, sería como si aquél no existiese.

Ya lo véis, el que a tientas invade campo ajeno, siempre airresga extraviarse en ociosas digresiones. La cooperación continua, y, por ordenada y fácil, casi automática, que resuelva cualquier duda al dedicado a una rama de la ciencia respecto de otras y le muestre la marcha, si no el desarrollo, de las restantes, excusará mucho esfuerzo perdido y no pocos con errado rumbo.

Cierto que existe tal cooperación mediante las publicaciones especiales, conferencias y cursillos de grandísimo provecho, pero el muy atareado no siempre dispone de tiempo ni comodidad para escucharlas o leerlas, ni aun suele tener noticia de lo que más le importa, pues solemos ignorarnos en las innúmeras celdillas de la colmena del saber.

La eficaz colaboración ha de hallarla cada uno en el círculo donde

actúa, y dentro del nuestro, la Academia pudiera influir a favor de ese mutuo y constante intercambio, si, con ligera modificación del Reglamento, estableciese, cual varias de sus similares extranjeras, en España, la de Barcelona, y aun, de modo espontáneo, nuestra Sección de Física, el deber de disertar por turno y periódicamente respecto de las especialidades respectivas; no con solemnidad de acto público, sino en la Sección o en el Pleno, según los casos. Los oyentes, luego de recoger cuanto les interesara y rectificar sus puntos de vista, solicitarían la precisa información acerca de otros concretos. En cuanto al disertador, a menudo también una pregunta o demanda lo orientara respecto de determinada faceta de su propia especialidad cuya aplicación no sospechase y que lo obligaría a investigar para satisfacerla; labor utilísima cuyos frutos no tardaríamos en recoger y que acaso pronto influyese en la cultura nacional.

Si se me aduce en contra que esa aportación de la Academia fuera mínima ante la labor total precisa, os diré que nunca lo es dar ejemplo, y más tan a tono con lo que exige nuestra patria, combatida en ese terreno por propios y extraños. Suele compararse la calumnia al agua derramada que precisa recoger; con igual hondo significado previenen las religiosas a sus alumnas que no entrarán en la Gloria sin antes reunir las hilachas que, durante años de precipitada labor, esparciera por el suelo su descuido. Ambos tópicos enseñan que en infinitos trabajos mínimos está la reparación de los yerros y que es tal la característica de toda labor expiatoria.

España ha prodigado en balde mucha parte de su esfuerzo y desperdigó tan grande suma de riquezas, poder e ideales, como lo es la de adversos juicios, justos o injustos y aun calumnias vertidas sobre ella. En lo que a nosotros corresponde, precisa acudir al remedio en laboratorios, museos y bibliotecas, sin desmayo por la desconso-

ladora desproporción entre el inmenso esfuerzo personal y la aparente insignificancia del resultado, debida a nuestra pequeñez, pero donde al fin triunfan la voluntad y buen deseo; lo que nos permite esperar que recojamos en menudos trozos la combatida y rota fama, y hasta que logremos torne a sus fuentes aquel agua pasada del des-crédito.

Cada día que transcurre de nuestra vida sentimos más honda la convicción de que el estudio, no sólo compensa de los dolores humanos, sino que sublima nuestro espíritu conduciéndolo a adivinar o a deducir mucho de lo que negara a la sencilla fe; a contemplar atónitos cómo el cálculo superior, el instrumento más fiel del pensamiento puro para expresar aquello de que no es posible formar imagen, revela al docto el Universo cual conjunto de tiempo y espacio, inseparable, además, de la que llamamos materia, donde son relativas las dimensiones cronológicas y espaciales, y sólo objetivamente absoluto ese sutil concepto del intervalo, y conduce al ingenio lego a idea que acaso no admitió revelada, porque, si tiempo y espacio son conceptos relativos, abstracciones interdependientes, se da significado físico a la omnipresencia del Creador.

Como hechura suya, colma el vacío del Universo el saber humano; procuremos erigirlo también en asiento e imagen de los más elevados anhelos que su propia inmensidad inspira, tal como se nos muestra en clara noche, que, a trueque de un sol, nos brinda millares, y que con serena dulzura va borrando bajos intereses, impaciencias y odios. Contemplarlo es plegaria, muda e inconsciente acaso, pero que ahuyenta el terror cósmico hacia una creación que nos ignore y nos lleva a admitir que encierra el secreto de nuestro destino; que lo visible es manifestación externa del supremo bien. Si acudo a la razón, evoco estas líneas que escribió la pluma para mí más venerada: «¿Cuándo

más orgulloso el hombre de su alma que al medir la infinita pequeñez de su humanidad?; lo finito no puede adivinar lo perdurable, y, a través de la ciencia, vemos lo no creado, comprensible, verdadero»; y si escucho al espíritu, labios muy queridos me enseñaron en la infancia (como aun quiero sentir) que los astros son joyas resplandecientes en la corona de la Reina de los Cielos.

HE DICHO