

# JUAN VILANOVA Y PIERA: UN GEÓLOGO EN LA SOCIEDAD GEOGRÁFICA DE MADRID

## LA NOTICIA DEL DESCUBRIMIENTO DE LAS CUEVAS DE ALTAMIRA

En la reunión ordinaria de la Junta Directiva de la Sociedad Geográfica de Madrid de 20 de enero de 1880, que tuvo lugar bajo la presidencia de Fernández Duro, el catedrático de Geología y Paleontología de la entonces Universidad Central, don Juan Vilanova y Piera, uno de los socios fundadores de la sociedad, pronunció una interesante conferencia sobre las causas de las desigualdades terrestres, el relieve de la Tierra y la formación de las montañas, cuyo texto, publicado poco después en el boletín de la sociedad, ahora reproducimos. Pero lo más importante de dicha sesión no fue la conferencia en sí, a pesar del interés metodológico que supuso como recopilación de las ideas geológicas que entonces se tenían al respecto, sino la contestación de Vilanova a una pregunta que, terminada la conferencia, le dirigió el presidente Fernández Duro, según relata el extracto del acta de aquella sesión:

*Acto seguido, y previa invitación del Sr. Presidente, continuó don Juan Vilanova su conferencia sobre las causas de las desigualdades que aparecen en la superficie terrestre.*

*El Sr. Presidente felicitó al orador y dióle gracias, en nombre de la Sociedad, por la serie de interesantes é instructivas conferencias que se había dignado pronunciar.*

*Suplicó también al Sr. Vilanova que diera cuenta de un importante descubrimiento que se había hecho en la provincia de Santander. Manifestó el Sr. Vilanova que, en efecto, acababan de descubrirse en dicha provincia dos cuevas muy notables, una de ellas contenía innumerable número de instrumentos de piedra y en la otra se encontraron multitud de huesos, hendidos*

*unos y otros con rayas y estrías y, además, veintiún dibujos en la bóveda, reproduciendo figuras de caballo, ciervo y bisonte. Añadió el Sr. Vilanova que esperaba nuevos datos y que, una vez recibidos, daría noticias más detalladas de estas curiosas antigüedades.<sup>1</sup>*

Estas pocas palabras constituyen la primera noticia que se daba, en una institución académica de prestigio, como era la nuestra en aquel tiempo, de uno los principales descubrimientos prehistóricos, como las Cuevas de Altamira. Hasta entonces el hallazgo se conocía sólo en los círculos más próximos a Marcelino Sanz de Sautuola, su directo descubridor, como es sabido. Por eso, a pesar de la brevedad de la respuesta de Vilanova a Fernández Duro, fue en ese momento cuando la comunidad científica tuvo conocimiento formal del importante hallazgo, aunque fuera de forma sucinta y telegráfica. Noticia que debería haberse completado con otras informaciones cuando Vilanova tuviera nuevos datos sobre lo que para el redactor del acta de aquella memorable sesión del 20 de enero de 1880 no eran más que unas *curiosas antigüedades*.

A partir de entonces, comenzó la polémica, las visitas a las cuevas de arqueólogos y prehistoriadores, las defensas de la autenticidad de las pinturas por parte de unos, su negación y las acusaciones de fraude por parte de otros. En toda esta controversia Vilanova tomó parte activa en numerosas ocasiones, pero ya en otros foros y ante otras instituciones, como la Sociedad Española de Historia Natural, fundada en 1871 sólo cinco años antes que la Geográfica, y a la que también pertenecía el famoso geólogo y paleontólogo, además de las numerosas discusiones a nivel internacional.

Por ello, no deja de llamar la atención que la primera noticia del descubrimiento se diera en una institución geográfica que no tenía una específica relación con la Paleontología ni con la Prehistoria. Diríamos que fue, en cierto modo, una feliz casualidad provocada por la pregunta de Fernández Duro al final de una conferencia que sólo remotamente tenía que ver con el tema y cuando el descubrimiento se acababa de producir.

En efecto, y como es de sobra conocido, la cueva de Altamira había permanecido oculta durante siglos por efectos de la erosión y de corrimientos de tierra, hasta que en 1868 descubrió su entrada un sencillo aparcerero, llamado Modesto Cubillas, que rápidamente comunicó el hallazgo a su señor Marcelino Sanz de Sautuola, hombre culto, de espíritu inquieto e interesado por las antigüedades y por la historia. Pero Sautuola, aunque la visitara en 1876, no mostró excesivo interés por la cueva, hasta que, tras visitar el Pabellón de

---

<sup>1</sup> *Boletín de la Sociedad Geográfica de Madrid (BSG)*. Tomo VIII Año V Número 2. 1880, febrero, pp. 189-190.

Ciencias Antropológicas de la Exposición Universal de París de 1878, en el que se exponían distintos instrumentos y restos humanos de época prehistórica, le surgió la idea de buscar objetos similares en las numerosas cuevas de la región montañesa. Y así, de vuelta a Santillana al año siguiente, tiene lugar la famosa escena que parece sacada de una novela y ha sido repetida en numerosas ocasiones. Mientras don Marcelino excavaba el suelo de la cueva en busca de objetos y restos prehistóricos, su hija María, correteaba por sus recovecos y al fijarse en el techo dijo a su padre «mira papa, bueyes pintados», escena que debió ocurrir en el otoño de 1879 (Madariaga, 2000: 24). Sautuola dio cuenta de sus descubrimientos a amigos, expertos y conocidos, y entre ellos a Vilanova. Ese mismo año de 1880, Sautuola publicaba *Breves apuntes sobre algunos objetos prehistóricos de la provincia de Santander*, donde comunicaba parte de sus hallazgos, sobre todo, a la comunidad científica y en octubre del mismo año «La Ilustración Española y Americana» publicaba un artículo de Miguel Rodríguez Ferrer, escritor, político, arqueólogo y también geógrafo, con abundantes ilustraciones de las pinturas de la cueva, lo que supuso el conocimiento de Altamira por el gran público. Un mes antes Vilanova había hecho su primera visita a la cueva, confirmando su opinión sobre la autenticidad de las pinturas, que presentó junto a Sautuola en el IX Congreso Internacional de Antropología y Arqueología Prehistóricas que se celebró en Lisboa a finales del mismo año.

Por ello, hemos querido reproducir ahora el texto de aquella conferencia sobre las desigualdades terrestres que dio pie a la pregunta de Fernández Duro y a la breve y esencial respuesta de Vilanova: *veintiún dibujos en la bóveda, reproduciendo figuras de caballo, ciervo y bisonte*, primera descripción de las famosas pinturas que se hacía ante una comunidad científica, de lo que más adelante se llamaría la «Capilla Sixtina del Arte Rupestre». Con ello, además de rendir un modesto homenaje a uno de los fundadores de nuestra sociedad a la que prestó extraordinarios servicios en los diecisiete años que perteneció a la misma, hemos querido reconstruir las circunstancias, los protagonistas y los textos que nos permitan entender los problemas y discusiones de aquella polémica.

## LA CUESTIÓN IDEOLÓGICA Y LOS PROBLEMAS METODOLÓGICOS

Lo primero es la distinta configuración de la sociedad científica de la época, estructurada en unas cuantas academias y asociaciones culturales, agrupa-

das por especialidades pero con múltiples relaciones institucionales y personales entre investigadores, académicos y políticos. La clase culta de la España de finales del siglo XIX era poco numerosa y se concentraba en las principales ciudades, especialmente en Madrid. Ello explica las relaciones entre sus miembros, de amistad o enfrentamiento, pero todos se conocían e interactuaban entre sí, con frecuentes relaciones familiares o de parentesco. En estas circunstancias es frecuente que las mismas personas pertenecieran a diferentes instituciones, sociedades y academias, sin que se tuviera mucho en cuenta la especialidad correspondiente. Así por ejemplo, la mayoría de las personas, científicos, periodistas o políticos que participaron en esta historia, tanto en favor como en contra de la autenticidad de las pinturas, pertenecían a varias de las instituciones citadas. Es el caso entre otros de Francisco Quiroga, Rafael Torres Campos, Miguel Rodríguez Ferrer, Marcos Jiménez de la Espada, Laureano Pérez Arcas, Augusto González de Linares, Salvador Calderón, etc. El mismo Vilanova pertenecía a tres academias y dos sociedades científicas y lo mismo podría decirse de muchos de sus coetáneos, que permanecieron al margen de la discusión. Este hecho ayuda a explicar la aparente paradoja que del descubrimiento de Altamira se diera noticia por vez primera en la Sociedad Geográfica y no en la de Historia Natural o en la Academia de la Historia o de Bellas Artes, pues el efecto hubiera sido parecido. De hecho, el auditorio que recibió la noticia aquél 20 de enero de 1880 debió de ser el mismo o muy similar al que se hubiera si la conferencia se hubiera tenido lugar en cualquiera de esas otras instituciones.

En íntima relación con ello está la segunda cuestión: el incipiente desarrollo científico de algunas especialidades, particularmente ciencias humanas y naturales, con múltiples interferencias y relaciones. Ni la Prehistoria, ni la Geografía, ni siquiera la Geología tenían todavía la solidez metodológica, la estructura científica y los objetivos académicos que fueron adquiriendo a lo largo del siglo XX. La primera, además de ser practicada en buena medida por aficionados, como en definitiva era Sautuola, se veía influida por cuestiones ideológicas en torno al origen del Hombre, por lo que cualquier descubrimiento, por evidente que resultara, quedaba determinado por el ideario previo del investigador y de la sociedad que debía asumirlo. Este fue el caso, en buena medida, de la polémica sobre las pinturas de Altamira, condicionada por el enfrentamiento entre evolucionistas y creacionistas.

El evolucionismo descansaba en la idea de que el hombre primitivo era un salvaje, con muy escasas condiciones intelectuales que pudieran dar lugar a manifestaciones culturales más o menos explícitas y que por evolución y mediante la selección había ido adquiriendo los rasgos propios de un ser humano.



El libro de Darwin básico al respecto: *El origen del hombre y la selección en relación al sexo*, fue publicado en inglés en 1871, pero la primera edición española data de 1880, es decir en pleno momento de la difusión del descubrimiento de Altamira. En estas circunstancias los hallazgos de pinturas parietales suponía un cuestionamiento del argumento darwiniano básico, en cuanto estas no eran meros instrumentos manuales, como hachas, palos o flechas, que podían ser aceptadas sin problemas por el evolucionismo, sino que suponían unas capacidades artísticas o mágicas mucho más evolucionadas. Por su parte, los creacionistas se atenían al relato bíblico al pie de la letra, pretendiendo incluso fijar el momento concreto de la creación. En este caso, la pintura prehistórica evidenciaba la existencia de unos elementos culturales comunes en muy diferentes espacios lo que cuestionaba el origen único de nuestra especie (Gozalo, Salavert y Pelayo, 2016).

Ambas posturas opuestas se mezclaron con el único objetivo de rechazar el hallazgo y desacreditar a sus descubridores. Ni Sautuola ni Vilanova negaron nunca que eran creyentes, aunque no compartieran las posturas creacionistas extremas, aunque ello no les sirvió de nada. Pronto se extendió la idea de que Altamira era un fraude, como dijeron Lernús, director de la Calcografía Nacional, o Edouard Harlé, que había sido enviado por Cartailhac para comprobar *in situ* las pinturas; fraude ideado por sus descubridores para defender su postura religiosa. Se llegó incluso a acusar de complicidad a los jesuitas, que en el cercano lugar de Comillas proyectaban entonces construir lo que sería su famoso seminario.

Entre estos extremos, se dieron posiciones intermedias mucho más matizadas, como el papel jugado por la Institución Libre de Enseñanza desde un primer momento. Los institucionistas eran claramente evolucionistas y estaban presentes en todas las sociedades y academias antes mencionadas que constituían los principales organismos culturales del país. Se vieron atraídos por la polémica desde el primer momento, tomando parte activa en la misma. El mismo Giner encargó a dos destacados miembros de la ILE: Rafael Torres Campos y Francisco Quiroga un dictamen sobre la cuestión, que fue publicado en el Boletín de la ILE, y que no fue favorable a las tesis de Vilanova, pues aunque aceptaron la antigüedad de la cueva y de los restos mobiliarios, atribuyeron las pinturas al siglo primero de nuestra era y su autoría a unos legionarios romanos que ocupaban la región. Otro institucionista, Salvador Calderón retrasó algo esa datación, atribuyendo las pinturas a influencia oriental, tal vez fenicia. Pero ni unos ni el otro se detuvieron a pensar que en dichas épocas los bisontes y los otros animales retratados en Altamira habían desaparecido de la región muchos siglos atrás.

También hubo algunos tímidos apoyos desde similares posturas institucionistas, como las de Marcos Jiménez de la Espada y Laureano Pérez Arcas, que subrayaron la importancia del hallazgo, pues no veían contradicción alguna entre lo esencial del evolucionismo y las pinturas de Altamira, y la de Augusto González de Linares, que admitió la posibilidad que las pinturas parietales y los objetos hallados en la excavación del suelo fueran debidos a las mismas manos.

Además había un mal disimulado recelo por parte de la prehistoria oficial francesa hacia un descubrimiento que, de ser cierto, supondría una revolución en dicha ciencia, como así fue años más tarde. Descubrimiento además hecho por un aficionado, como era Sautuola, en un país «poco fiable científicamente». El mismo Vilanova denunció sin ambages este chovinismo científico ante la Sociedad Española de Historia Natural, en varias ocasiones. Por eso, la polémica sólo cesó y la autenticidad de las pinturas fue reconocida mundialmente, cuando empezaron a aparecer otras muestras parietales, esta vez en el país vecino, a las que dedicaron su atención los mejores prehistoriadores del momento, como el abate Breuil y el mismo Hugo Obermaier. Poco después, Cartailhac publicó su famoso artículo rectificando sus críticas, *Mea culpa de un escéptico*, en «L'Anthropologie», reconociendo su error y restaurando la fama de Sautuola y de Vilanova. Corría el año 1902, cuando tanto el uno como el otro hacía tiempo que habían fallecido.

## DON JUAN DE VILANOVA, GEÓLOGO, GEÓGRAFO Y CIENTÍFICO DEL SIGLO XIX

Pero la importancia científica de Vilanova fue muy superior a la de su postura relativa a las famosas pinturas, sin duda una de sus intervenciones más mediáticas, pero no la más importante. Don Juan Vilanova y Piera, uno de los principales geólogos españoles del siglo XIX, había nacido en Valencia en 1821. Estudió el Bachillerato y se licenció en Medicina y Ciencias en su ciudad natal. Tras un periodo de formación en el extranjero, obtuvo la cátedra de Historia Natural en la Universidad de Oviedo, de la que pasó a la Universidad Central, a la primera cátedra de Geología y Paleontología que hubo en España con ese nombre. Más adelante, al separarse esa doble titulación, conservó la de Paleontología, lo que nos permite hacernos una idea de su orientación científica (Pelayo y Gozalo 2012). Algunas de sus biografías insisten que los últimos años de su vida fueron de desprestigio por su firme apoyo a la autenticidad de las pinturas, cuando toda la ciencia oficial apostaba por lo contrario.

Pero, sin negar la evidencia de cierto descrédito, Vilanova mantuvo su reputación y reconocimiento científico hasta su muerte. Baste como ejemplo la reseña que de la misma se dio en la Sociedad Geográfica

*Triste, tristísimo para la Sociedad ha sido el período semestral á que se refieren los trabajos de que debo dar cuenta, á la Junta. En él hemos perdido un profesor eminente que honraba nuestra lista de socios, D. Juan Vilanova, [...] la Sociedad está de duelo; que es muy difícil encontrar quien con el desinterés y constancia en Vilanova proverbiales, con ardor juvenil no extinguido en la senectud, se consagre á investigaciones y trabajos científicos como él hiciera.<sup>2</sup>*

Resulta significativo también que el autor de esta reseña fuera Rafael Torres Campos, secretario de la Sociedad, conocido geógrafo e institucionista, autor con Francisco Quiroga del informe crítico para Vilanova y sus opiniones sobre Altamira, que acabamos de mencionar. Más allá de los elogios propios de una referencia necrológica, las palabras de Torres Campos demuestran que su discrepancia respecto a Altamira no había disminuido su respecto ante la calidad personal y profesional del científico, que siempre fue Vilanova, a pesar de que en ese momento la rectificación de Cartailhac todavía no se había producido. En este mismo sentido, en la reunión de la Junta Directiva de la misma Sociedad Geográfica de 13 de junio de 1893 se afirmaba:

*Se participó después que había fallecido el Socio D. Juan Vilanova, Vice-presidente que fue de la Corporación. El Sr. Presidente recordó los grandes servicios que á la ciencia y á la Sociedad había prestado el ilustre geólogo; y manifestó que en representación de la Sociedad había asistido al entierro el Presidente honorario Sr. Botella. Por voto unánime de la reunión, se acordó que constara en acta el dolor de la Sociedad por tan sensible pérdida.<sup>3</sup>*

Es decir, el desprestigio, de existir, lo fue en ambientes muy específicos y, sin duda alguna, no en la Sociedad Geográfica de Madrid, ni tampoco en la mayor parte de la sociedad científica de la época. Como ya hemos dicho Vilanova fue miembro de número de tres academias: la de Medicina, en la que ingreso en 1861 y la de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, que lo fue en 1875, es decir, con anterioridad al descubrimiento de Altamira. Pero además, en 1889, cuando ya la polémica sobre la famosa cueva parecía cerrada

<sup>2</sup> BSG. Tomo XXXV - 1893, julio, p. 310.

<sup>3</sup> *Idem*, p. 348.

con el descrédito de sus defensores, ingresó en la de Historia, propuesto por don Antonio Cánovas del Castillo, su director entonces. Además, Vilanova fue socio fundador de las dos sociedades científicas más importantes de aquel entonces: la de Historia Natural y la Geográfica de Madrid. Su actividad en esta última durante los diecisiete años que perteneció a la misma, es un excelente indicador de la personalidad y valor científico de don Juan Vilanova y Piera en la España de su tiempo y que ahora quisiéramos recuperar.

En efecto, cuando Vilanova participa en la fundación de la Sociedad Geográfica de Madrid era ya un paleontólogo y un geólogo reputado. Como paleontólogo era ya conocido por sus excavaciones en las provincias de Teruel y Castellón, habiendo descubierto restos de dinosaurios en Utrilla y en Morella, así como los hallazgos de la Cueva del Parpalló, en Gandía y la Cova Negra en Játiva (AA. VV. 1993)

Como geólogo había participado en la comisión del Mapa Geológico que dio lugar posteriormente a la Junta Nacional de Estadística, donde coincidió con Coello en la labor cartográfica de dicha Junta, no sólo geológica, sino también geográfica y cuya importante labor, fue descrita por el mismo Coello, en la Memoria de los Trabajos Geográficos de 1876 leída en la primera Junta General de la Sociedad, con estas palabras:

*Desde 1830, en que D. Ángel Vallejo fue comisionado para reconocer geognósticamente el suelo de la Península, se han ejecutado muchos o importantes trabajos que siento no poder consignar, pero los más interesantes se han hecho después de creada en 1849 la primer Comisión de la Carta Geológica de España. Entonces se pensó comenzar por la provincia de Madrid y las confinantes, ejecutándose en las primeras triangulaciones y reconocimientos nivelados de sus ríos, divisorias y principales comunicaciones, que se extendieron también á pequeña parte de las inmediatas. Gomo avances, se publicaron poco después algunos trabajos y mapas de las provincias de Madrid, Segovia, Palencia y Valladolid, las dos últimas sin las descripciones respectivas, y todos redactados por el eminente é inolvidable í). Casiano de Prado. En 1854 vio la luz un bosquejo de las provincias de Alicante, Valencia y Castellón, por D. Federico de Botella, y en 1858 la descripción geológica de la provincia de Oviedo por nuestro ilustre consocio D. Guillermo Schulz, trabajo de lo mejor que existe en España. Este último habla publicado, años antes, algunos estudios de la misma provincia y de toda Galicia. Desde 1859 hablan quedado los trabajos geológicos bajo la dirección de la Junta de Estadística, y entonces adquirieron mayor desarrollo. En 1861 se publicó un bosquejo geológico do la provincia de Castellón por D. Juan Vilanova, considerablemente ampliado más tarde, y que permanece inédito y acaso perdido en las regiones oficiales. Su estudio referente a Teruel, muy*

*completo por cierto, se publicó en 1863, aunque repartido mucho más tarde; y sé que este infatigable geólogo ha ejecutado particularmente y tiene terminado hace años, un trabajo extenso sobre la provincia de Valencia, cuyas primicias acaso nos sea dable presentar en nuestro Boletín.*

Es decir, como puede deducirse de estas palabras, Vilanova fue un ilustre representante del notable grupo de geólogos, como Casiano, Botella, Schulze, Macpherson, etc. que no sólo configuraron dicha ciencia en nuestro país, sino que ejercieron una influencia notable sobre la constitución de una geografía científica. Por ello es probable que fuera el mismo Coello quien le invitara para participar en la fundación de la Sociedad Geográfica. Y por ello intervino en la primera Junta Ordinaria el 14 de mayo de 1876, proponiendo precisamente una moción de agradecimiento a Coello por sus gestiones en la constitución de la Sociedad Geográfica.

Seis meses después fue elegido vocal de la Junta Directiva, lo que supuso una mayor integración en la vida y actividades sociales, siendo reelegido en las sucesivas renovaciones preceptivas de dicha Junta, hasta mayo de 1886, en que pasó a ser vicepresidente 4.º, cargo que conservó hasta su muerte en 1893.<sup>4</sup>

## GEOGRAFÍA Y GEOLOGÍA EN LA OBRA DE VILANOVA: LOS CONGRESOS CIENTÍFICOS

Su actividad en la Sociedad Geográfica fue incansable, con varios centros de interés que mantuvo en todos esos años. En primer lugar fue un activo propagador de la Geología entre geógrafos, de la necesidad de una perspectiva geológica para abordar determinados problemas geográficos, convencido como estaba de la relación entre ambas ciencias. En particular Vilanova fue autor de un Atlas Geológico Universal, que presentó ante la Geográfica en 1878 y de una Geología Agrícola en 1879. Asimismo, el Boletín publicó, en varios números sucesivos, la descripción geológica y geográfica de la provincia de Valencia que Vilanova había dado a conocer con anterioridad. Pero esta actividad del geólogo entre geógrafos se puso claramente de manifiesto cuando ciertas catástrofes naturales, como terremotos o erupciones volcánicas, pusieron de actualidad tal relación. Fue el caso de la reunión de la Junta de 13 de enero de 1885, en la que Vilanova, invitado por la presidencia y «excitado por sus compañeros de la Junta directiva», como puede leerse en el extracto del acta

<sup>4</sup> BSG. Tomo XX. Año XI. Número 6 - 1886, junio, p. 395.

de esa sesión, expuso sus ideas sobre los terremotos, que entonces era «asunto de más actualidad». En efecto, hacía poco más de veinte días, en la navidad del año anterior, se había producido un grave terremoto en Andalucía, con el epicentro en la localidad de Arenas del Rey (Granada) que quedó totalmente destruida al igual que otras poblaciones de Andalucía oriental. Según el acta de aquella sesión, Vilanova expuso las ideas que entonces se tenía del dicho fenómeno, su relación con las erupciones volcánicas, su concentración en determinados lugares del planeta, las manifestaciones que suelen anunciarlos, los aparatos con los que se miden y pretende prevenir, aunque con muy escaso éxito, terminando expresando su opinión de que carece de lógica al atribuir el fenómeno a una sola causa, pues son varios los procesos que intervienen en su desencadenamiento: *como el núcleo incandescente, las acciones moleculares, las reacciones químicas, los enfriamientos y la presión atmosférica.*<sup>5</sup>

Otro acontecimiento igualmente catastrófico, en este caso de impacto mundial, fue la célebre erupción del Krakatoa, en agosto de 1883. La Sociedad y su Boletín se ocuparon de dicho fenómeno, en octubre de ese mismo años, a poco de haberse producido, con dos trabajos sobre terremotos y volcanes en el estrecho de la Sonda y un tercero, sobre *Las salidas y puestas del sol y el terremoto de Java*,<sup>6</sup> debido a José Macpherson que había estudiado los sedimentos de las primeras nieves en Guadarrama, comprobando la difusión mundial de las cenizas de la erupción.

Sin duda por ello y por el enorme impacto mediático que este volcán tuvo en la época, Vilanova presentó en la sesión de la Junta Directiva del 2 de abril de 1886<sup>7</sup> un extracto de artículos publicados en *Le Tour du Monde* sobre la erupción del Krakatoa, y propuso que se publicaran también en el Boletín con una serie de ilustraciones que los acompañaba. Y en efecto, en el siguiente número de este<sup>8</sup>, se publicó una memoria sobre la famosa erupción, debida a Edmond Cotteau, conocido periodista francés de la época, viajero y fotógrafo, traducida por el mismo Vilanova, con una abundante información gráfica.

Este tema, en cuanto es un claro exponente de las relaciones entre Geología y Geografía que a Vilanova tanto le preocupó, fue también tratado en otras

<sup>5</sup> BSG. Tomo XVIII. Año X. Número 3 - 1885, marzo, p. 264.

<sup>6</sup> BSG. Tomo XV. Año VIII. Números 10 y 11, p. 409.

<sup>7</sup> BSG. Tomo XX. Año XI. Números 4 y 5, abril, p. 369.

<sup>8</sup> BSG. Tomo XX. Año XI. Número 6. 1886, junio, p. 363.

ocasiones por el famoso geólogo, que aprovechó la erupción del Krakatoa para exponer algunas de sus teorías sobre el vulcanismo:

*Algo y aun algo más, entiendo, habrá que conceder también, además del enfriamiento, al estado particular de la pirofera, a las incalculables reacciones mecánicas y químicas que en su seno se verifican, y muy especialmente a la eficazísima intervención del agua para explicar todos estos hechos geográfico-geológicos; la terrible erupción de Krakatoa confirma esta sospecha<sup>9</sup>. (Bol. de la Soc. Geográfica de Madrid: Tomo XVI. Año IX. Número 1. 1884, Enero, p. 21).*

Pero el estudio de las relaciones entre Geología y Geografía no se agotaron con los casos citados, pues Vilanova intentó construir, a la largo de los diecisiete años que perteneció a la Sociedad, toda una teoría al respecto. Esta preocupación estaba ya presente en las primeras intervenciones que tuvo en la Sociedad Geográfica de Madrid a lo largo de 1876 y se fue configurando dos años después, el 7 de mayo de 1878, en la conferencia que pronunció en un plenario de la Sociedad, con el significativo título de «Adiciones Geológicas al estudio de la Geografía», publicada posteriormente en el Boletín (T. IV. Año III. Número 5. 1878. Mayo) y que tuvo la mejor acogida por los socios de la Geográfica, como se reconoce en una de las actas de las reuniones de la Junta Directiva:

*El Sr. Vilanova, cuyos trabajos en la Sociedad obedecen al propósito de propagar entre nosotros el nuevo sentido de la Geografía, que, considerando lógicamente la situación actual del planeta como un momento de su vida, imposible de separar de los anteriores, o inexplicable sin éstos, tiende á reconstruirla con la Geología en una historia de la tierra.<sup>10</sup>*

Esta postura fue evolucionando en paralelo como lo hacía la actitud científica del autor en torno a las relaciones entre la Geología y la Paleontología. De forma que si al principio, aquella era imprescindible para conocer la Geografía física y la historia del planeta, la segunda lo va a ser para estudiar la Geografía humana y el origen de sus habitantes. La siguiente reseña de otra conferencia de Vilanova en la Sociedad Geográfica a mediados de 1885, en plena discusión sobre la autenticidad de las pinturas de Altamira, es un buen exponente de esa evolución y de sus componentes ideológicos:

<sup>9</sup> BSG. Tomo XVI. Año IX. Número 1 - 1884, enero, p. 21.

<sup>10</sup> BSG. Tomo V. Año III. Número 11 - 1878, noviembre, p. 274.

*En opinión del orador [Vilanova], son evidentes y lógicas estas relaciones [entre Geografía y Geología], puesto que, como afirmó Ritter, la tierra es el cuerpo de la humanidad, y el hombre el alma de la tierra. La acción dinámica del globo, los fenómenos geológicos, determinan las condiciones del suelo, y de estas derivan necesariamente la naturaleza y condiciones de los hombres que en él viven y de su historia, siendo más directa y más apreciable la influencia en los primeros días de la historia humana, casi del propio modo que hoy se observa clara y manifiesta en todas las especies de los reinos vegetal y animal. La Geología da el tono a la Geografía física y esta contribuye a determinar la vida y la historia del hombre. Las investigaciones necesarias para conocer la primitiva historia, tienen que partir de la Geografía física que nos lleva a la Geología, es decir, al estudio de los terrenos, donde encontramos los datos que nos sirven para ir completando la Protohistoria. Con este motivo, el orador recordó la famosa cuestión de la cuna del género humano y las opiniones sustentadas por las escuelas clásicas y evolucionistas, e hizo notar cómo ha sido preciso, para intentar la solución de este difícil problema, la concurrencia de las investigaciones geográficas, geológicas y paleontológicas.*

De esta forma podríamos establecer una secuenciación metodológica que sería:

*Geología = Geografía Física = Geografía Humana = Historia*

Secuencia que caracteriza el pensamiento social de la época y que va a estar presente en otras manifestaciones tanto de la misma Sociedad Geográfica,<sup>11</sup> como de la cultura del momento.<sup>12</sup>

En esa evolución jugó un papel esencial las investigaciones de campo de nuestro autor, en las numerosas excavaciones en cuevas y abrigos de todo el territorio español, especialmente en la región valenciana, de la que era buen conocedor por razones de nacimiento. De la mayoría de estas excavaciones y de sus resultados, Vilanova dio cuenta y comentó con detalle a sus compañeros de la Geográfica. Ya con anterioridad a la fundación de esta Sociedad, Vi-

<sup>11</sup> Así en la reunión del 7 de mayo de 1878, el presidente, para apoyar la tesis de respecto a la importancia de la Geología para la Geografía, se refirió al hecho de que la misma *Royal Geographical Society* fue fundada y estuvo presidida en varias ocasiones por Lord Murchison, que era geólogo de formación, por lo que dicha sociedad dio siempre preferencia a las investigaciones geológicas, en las varias conferencias científicas celebrada por la misma (*Boletín de la Sociedad Geográfica de Madrid*. Tomo IV. Año III. Número 5, 1878, mayo).

<sup>12</sup> Recuérdese a estos efectos la Historia de España de la Academia de la Historia que, bajo la dirección del mismo Cánovas, se inició con un tomo dedicado a la Geología y Protohistoria ibéricas, encargado a J. Vilanova y J. de la Rada y un segundo de Geografía a cargo de Francisco Coello. (El Progreso Editorial, Madrid, 1890).



lanova había participado activamente en el descubrimiento de la cueva del Parpalló y la Cova Negra en la provincia de Valencia, como ya dijimos. Por ello, en una de las primeras reuniones de la Sociedad, en octubre de 1876, dio cuenta del descubrimiento y excavaciones de la cueva de Enguera, donde habían aparecido: *varios esqueletos, [...] braquicéfalos y ortognatos que tienen carácter de salvajismo, por las prominencias de los arcos superciliares, más pronunciadas aún que en el cráneo de Neanderthal*. También, en sucesivas sesiones dio cuenta de otras excavaciones, Carrasquilla, Paredes, Melgar de Arriba y otros yacimientos de las provincias de Palencia y Ávila, así como diversas noticias, sobre otros descubrimientos romanos en Forcall, restos de animales prehistóricos en el «diluvium de San Isidro», donde también habían aparecido multitud de hachas, punzones, cuchillos y otros útiles de pedernal. Unos años después, en diciembre de 1881, la sociedad tuvo también noticias por Vilanova de otras excavaciones, en Monóvar y Cuevas de Vera, y cuatro años después, en marzo de 1885, *dio noticia de los principales descubrimientos prehistóricos hechos en España, y señaló como los más ricos depósitos de restos humanos é instrumentos de piedra, hueso y metal, el cerro de San Isidro y las cuevas de Santillana, Alcoy, Caldas de Malabella, Serriñá, Torrella y otras muchas en nuestras provincias de Valencia, Gerona y Guadalajara*,<sup>13</sup> única referencia a Santillana o Altamira que encontramos en las actas de la Sociedad Geográfica de Madrid, hecha por Vilanova en un momento que la autenticidad de las famosas pinturas parecían definitivamente rechazadas.

Esta actividad de Vilanova como divulgador de los avances de la ciencia prehistórica es subrayada por persona tan significativa como Rafael Torres Campos en la Reseña de las tareas de la Sociedad de 12 de mayo de 1885 con las siguientes palabras:

*El Sr. Vilanova en dicha sesión y en las de 3 de Febrero y 17 de Marzo, prosiguió su antigua campaña encaminada a tener á la Sociedad al corriente de los estudios prehistóricos tratando de los más importantes depósitos de restos humanos y de objetos que hay en España, de hallazgos en la Cueva del Tesoro, en Málaga, en la Alcarria y en Murcia, y de los aborígenes de Chile.*<sup>14</sup>

Esta actividad de alta divulgación de la ciencia prehistórica que Vilanova practicó en la Sociedad Geográfica de Madrid, la desempeñó también en otras instituciones culturales de la época, como fue la llamada Cátedra de Prehistoria del Ateneo de Madrid. Pero en dichas instituciones no se limitó tan sólo a

<sup>13</sup> BSG. Tomo XVIII. Año X. Número 3 - 1885, marzo, p. 264.

<sup>14</sup> BSG. Tomo XVIII. Año X. Número 5 - 1885, mayo, p. 276.

dar cuenta de nuevos hallazgos y excavaciones, sino que también aventuró explicaciones sobre cuestiones claves a ese respecto como la antigüedad del hombre primitivo o la extensión de áreas culturales. Así, en la reunión de la Junta de 13 de enero, Vilanova planteó el problema de la existencia del hombre terciario y las discusiones sobre la antigüedad de lo que entonces se llamó el hombre-mono o antropopiteco.<sup>15</sup>

Hubo otras muchas actividades de la Sociedad Geográfica de Madrid en las que Vilanova participó de forma activa. Entre ellas es preciso destacar dos de ellas, a las que la Geográfica dedicó una mayor atención en las primeras décadas de su existencia. La primera fue la redacción de un diccionario geográfico, auténtica obsesión de la sociedad en los primeros cincuenta años de su existencia. Por ello, en 1883, Fernández Duro encargó a Vilanova, la redacción de un diccionario geográfico y geológico, ofreciendo para su redacción el apoyo de toda la corporación. El encargo culminó en el *Ensayo de un Diccionario Geografico-Geológico*, del que se dio cuenta a la sociedad con todo tipo de elogios.<sup>16</sup> La segunda fue la preocupación de la sociedad por la enseñanza de la Geografía y de todo lo relativo a la educación geográfica de los españoles, preocupación en la que Vilanova estuvo siempre presente. Así, en 1885, lo vemos formando parte de una comisión al respecto con Coello, Manuel del Valle, Suárez Inclán, Merelo y Torres Campos.<sup>17</sup>

Entre todas estas actividades, que resumen la vida y obra del científico, hemos dejado para el final aquella que mejor sintetiza ambas facetas de su personalidad y se reflejan en la conferencia que pronunció en 1880 y cuyo texto ahora reproducimos. Para nuestro geólogo, la actividad científica de nuestro país no podía tener lugar sino en el constante intercambio de ideas, investigaciones y descubrimientos con los colegas de otros países, para mejorar así nuestra investigación. Esta actitud la defendió en numerosas ocasiones, desde 1867 por lo menos, antes incluso de la fundación de nuestra sociedad, ponderando la realización de Congresos Geológicos Internacionales, para poner nuestra ciencia a nivel europeo. Por ello, a partir de 1876, Vilanova mantuvo esta misma actitud en la Sociedad Geográfica, tanto dando cuenta de las novedades e investigaciones relacionadas con la Geografía en los congresos a los que había asistido a título particular, como representando a la Sociedad en otros a los que ésta fue invitada. Así, en la reunión ordinaria del 21 de Octubre 1876, el mismo Vilanova tuvo la ocasión de defender sus ideas respecto a la utilidad de los congresos científicos, ante sus compañeros

---

<sup>15</sup> BSG. Tomo XVIII. Año X. Número 3 - 1885, marzo, p. 264.

<sup>16</sup> BSG. Tomo XVII. Año IX. Número 3 - 1884, septiembre, p. 183.

<sup>17</sup> BSG. Tomo XVIII. Año X. Número 5 - 1885. Sesión 7 de julio, p. 50.

de la recién creada Sociedad Geográfica de Madrid, que quedo reflejado en el resumen del acta de dicha sesión con las siguientes palabras:

*Utilidad que reportaría el imitar en nuestro país lo que de largo tiempo se practica en otras naciones, la frecuente celebración de Congresos científicos en diversas localidades, por cuyo medio se adquiere gusto y afición á las ciencias. Que despertando hoy gran entusiasmo los progresos de las ciencias naturales, cree oportuno propagarlos en todas las provincias de España, Fomentando la afición a esta clase de estudios entre muchas personas que podrían prestar buenos servicios. Sociedades de Historia natural y Antropológica, en unión de las cuales pudiera elegirse algún punto litigioso en Geografía ó Geología, y celebrar, después de bien preparadas, algunas reuniones en Sevilla, Zaragoza u otra población importante, donde más al caso hiciere.*

Fiel a este planteamiento, Vilanova asistió a múltiples congresos internacionales, tanto geológicos como geográficos de los que fue dando puntual noticia en sucesivas reuniones de la Sociedad Geográfica. Junto a Coello y Ferreiro representante de la SGM en el Congreso de Geografía de Venecia,<sup>18</sup> donde fueron premiados por las publicaciones de la SGM. De este congreso y del Geológico de Bolonia, Vilanova dejó constancia en una conferencia luego publicada por la Sociedad Geográfica.<sup>19</sup>

En 1884, informó a la Geográfica sobre acuerdos del Congreso de la Sociedad Helvética de Ciencias Naturales y del que celebró en Rouen la Asociación Francesa para el Progreso de las Ciencias. También dio noticia de la constitución del Club Alpino Suizo, así como de los principales trabajos cartográficos de dicho país alpino.<sup>20</sup> Fruto de esta actividad fue la presencia de la participación de la Sociedad en varias reuniones internacionales. Así, el Boletín de junio de 1884, dio cuenta que en la reunión de la Junta Directiva de 13 de mayo 1884, se acordó que se remitieran a la Exposición de Ciencias Geográficas de Tolosa, ejemplares del Boletín de la Sociedad, de las actas del Congreso español de Geografía recientemente celebrado y de algunas obras publicadas por varios de los miembros más destacados de la Sociedad, como Vilanova, Coello, Botella, Macpherson, Vera y algunos otros. Además Lucas Mallada informó que también se presentaron varias muestras de las obras de la Comisión del mapa geológico de España, lo que supone uno de los primeros

<sup>18</sup> BSG. Tomo X. Año VI. Número 5 - 1881, mayo, p. 323.

<sup>19</sup> Conferencia sobre los Congresos Científicos en general y sobre el Geográfico de Venecia y el Geológico de Bolonia en particular, pronunciada el 30 de Mayo de 1882 por Don Juan Vilanova y Piera. BSG. Tomo XIII. Año VII. Número 6 - 1882, diciembre.

<sup>20</sup> BSG. Tomo XVI. Año IX. Número 5 - 1884, mayo.

reconocimientos internacionales a la obra geográfica y geológica realizada hasta entonces en España.<sup>21</sup>

En el mismo sentido, las estrechas relaciones que Vilanova mantenía desde hacía tiempo con las sociedades geográficas y geológicas suizas determinó su nombramiento como Socio honorario de la Sociedad Helvética de Ciencias y de la invitación de que fue objeto para participar en la constitución de un gran centro geográfico, encargado de reunir y divulgar los más importantes trabajos publicados por las Sociedades Geográficas europeas, precedente que terminaría configurando la Unión Geográfica Internacional.<sup>22</sup> Y a la inversa, la Sociedad Geográfica de Madrid tuvo en este activo miembro de su Junta Directiva un excelente corresponsal para conocer las novedades geográficas que se producían en Europa. Así, en la reunión de 5 de enero de 1886, Vilanova informó detalladamente sobre la editorial Justus Perthes, en Gotha, entonces dirigida por el bisnieto del fundador y asociada, desde hacía algunos años, con el famoso cartógrafo y geógrafo alemán August Petermann. La editorial estaba especializada en la edición de atlas y mapas murales, alguno de los cuales presentó y explicó ante la Sociedad.<sup>23</sup>

En esa misma línea, una de las últimas referencias que tenemos de Vilanova en la Sociedad Geográfica, en 1890, tres años antes de su muerte, fue el encargo que recibió, junto a Marcos Jiménez de la Espada, para representar a España en el Congreso de Americanistas que debía celebrarse en París ese mismo año.<sup>24</sup>

#### «LAS DESIGUALDADES TERRESTRES»: UNA CONFERENCIA DE VILANOVA EN LA SGM

Todas estas circunstancias explican el ambiente intelectual y científico en el que se produjo la conferencia de Vilanova y la breve referencia sobre el descubrimiento de la cueva de Altamira, que el conferenciante hizo al final de la sesión. Pero el motivo de aquella notable junta del 20 de enero de 1880 no fue la cueva y sus pinturas, sino una conferencia que Vilanova dio como geólogo sobre el origen de las montañas y del relieve terrestre, en la que explicó las teorías expuestas en el reciente congreso de Berna de 1878 en el que, invitado por la Sociedad Helvética de Ciencias, había tenido la ocasión de participar. Es decir, dos de las principales características que, como hemos visto, definieron la actividad de Vilanova como socio cualificado de la Sociedad Geográfica de Madrid, estuvieron así presentes en el mismo acto académico.

<sup>21</sup> BSG. Tomo XVI. Año IX. Número 6 - 1884, junio. Sesión 13 de mayo 1884, p. 444.

<sup>22</sup> BSG. Tomo XVII. Año IX. Número 6 - 1884, diciembre. pp. 360-362.

<sup>23</sup> BSG. Tomo XX. Año XI. Número 2 - 1886, febrero, p. 128.

<sup>24</sup> BSG. Tomo XXIX - 1890, p. 411.

Por un lado, la influencia de la Geología sobre la Geografía, es decir lo que el mismo Vilanova había definido como «adiciones geológicas a la Geografía» y, en segundo lugar, la importancia de los congresos científicos para el desarrollo de cualquier disciplina, especialmente de las dos citadas.

El citado Congreso de Berna en 1878 convocado por la mencionada Sociedad Helvética, con la que Vilanova mantuvo siempre excelentes relaciones, fue el motivo de varias intervenciones del geólogo ante la Sociedad Geográfica madrileña para explicar los principales aspectos tratados en dicha reunión. Así ha quedado reflejado en las actas de la reuniones de finales de 1878, otras varias a lo largo del año siguiente hasta las definitivas en enero y febrero de 1880.<sup>25</sup> Lo esencial de todas estas intervenciones de Vilanova en la Sociedad Geográfica, que culminaron en la conferencia cuyo texto reproducimos a continuación, quedó resumido en las actas de algunas de esas sesiones, como por ejemplo la del 14 octubre 1879:

*Previa invitación del Sr. Presidente, continuó el Sr. Vilanova su interrumpida Conferencia sobre la Sección geográfica del Congreso científico de Berna. Recordó los curiosos experimentos practicados con el fin de probar que los accidentes terrestres son debidos a presiones laterales y no a acción ejercida de abajo a arriba, y expuso luego diferentes teorías que pretenden explicar el origen de las desigualdades que se observan en la corteza de nuestro planeta.*

Del mismo modo, en la del 3 de Febrero de 1880, el secretario que redactó el acta precisa un extremo fundamental de la intervención del ilustre geólogo:

*El Sr. D. Juan Vilanova continuando el relato de los asuntos más importantes que se trataron en el Congreso científico de Berna y su Sección geográfica, relato que suspendió para explicar los curiosos experimentos de Favre, y las varias teorías sobre las causas de las desigualdades que aparecen en la superficie terrestre.*

La mencionada Sociedad Helvética venía celebrando estos congresos desde 1817, por lo que el celebrado en 1878 fue el sexagésimo primero de su historia. Al mismo asistieron gran número de socios de Suiza, del resto de Europa e incluso del otro lado del Atlántico. El Congreso, al igual que la Sociedad, se dividió en siete secciones: Física y Matemáticas, Química y Farma-

<sup>25</sup> BSG. Tomo V. Año III. Número 11 - 1878, noviembre y BSG. Tomo VIII. Año V. Número 3 - 1880, marzo, p. 286.

cia, Mineralogía y Geología, Botánica, de Anatomía, Fisiología y Zoología, Geografía y Medicina, cuyas sesiones tenían lugar en locales diferentes, en horario de mañana y tarde, de ocho a doce y de dos a cinco, procurando que sus actividades principales no coincidieran para facilitar la asistencia de los interesados de otras secciones.

El Congreso se inauguró el 12 de agosto con una conferencia de su presidente, Brunner de Watenvyld sobre el transformismo. También tuvo un papel destacado un conocido geólogo del país alpino, el profesor Bernard Studer (1794-1887), uno de los principales geólogos suizos de la época que había asistido a todos los congresos de la Sociedad Helvética desde de 1817 y al que Vilanova reconoce como su maestro de Geología Alpina. Pero sobre todo, lo que aquí más nos interesa fue la intervención del profesor Alphonse Favre (1815-1890), catedrático de Ginebra que expuso ante los congresistas una serie de experimentos destinados a demostrar sus teoría sobre la influencia del enfriamiento de la costra sólida en la formación de las montañas, y que fue el tema esencial que Vilanova expuso posteriormente ante los geógrafos de la Sociedad de Madrid, dada la importancia que este tema tenía para la Geografía.

El experimento de Favre tenía por objeto demostrar como el enfriamiento de la litosfera ejerció una presión sobre los materiales de la corteza capaz de plegarlos y dar origen a las montañas. Estos experimentos respondían a la necesidad de hacer compatible la exploración geológica sobre el territorio y la experimentación en el laboratorio para esclarecer todos los problemas relacionados con los accidentes terrestres, con el origen de las montañas y, en general, con la formación del relieve terrestre. Hay que tener en cuenta que la época en que se produjo la exposición de Favre, en el congreso de Berna de 1878, el tema era de enorme interés tanto para la geología como para la geografía, cuyos planteamientos orogénicos estaban todavía muy lejos de las teorías movi listas del siglo siguiente. Favre, al igual que la mayoría de los geólogos del momento, partía de la teoría ígnea para la cual la tierra empezó por ser una masa incandescente que al enfriarse dio primero origen a la corteza, a lo que contribuyeron también ciertas reacciones químicas, y después al plegamiento y a las montañas. Por su formación, Favre era químico, paleontólogo y mineralogo, además de geólogo y cartógrafo. Posteriormente se especializó en el estudio de los Alpes y, en particular, del Mont Blanc y de sus alrededores. Todo ello influyó, sin deuda, en su teoría y en el tipo de experimentos que expuso en el Congreso de Berna.

La preocupación científica por el origen de las montañas se remonta a finales del siglo XVIII, aunque es posible sus encontrar antecedentes ya en los siglos anteriores, como hace Vilanova en su conferencia con las figuras de

Leonardo de Vinci y Nicolás Stenon. Pero es en el Siglo de las Luces cuando la observación de la naturaleza llevó a varios representantes de dicho siglo ilustrado, con formaciones muy diferentes, como Georges Cuvier, James Hutton, Charles Lyell y otros a interesarse por cuestiones como el origen del relieve, la disposición de los estratos, el origen de los fósiles y el mecanismos que configuran todo ello y al convencimiento de que era preciso que se dieran algún tipo de fuerzas endógenas en la Tierra que contrarrestara la erosión y el desgaste de las formas del relieve por los agentes climáticos. De no existir aquellas, la Tierra sería totalmente lisa. Posteriormente, otras evidencias como los fósiles marinos encontrados en estratos continentales, los efectos de los volcanes y de los terremotos fueron añadiendo nuevas teorías explicativas al respecto, como el plutonismo del mismo Hutton, el neptunismo de Gottlob Werner o la teoría del geosinclinal de Peter Hall, que la estudio en los Apalaches. Por último, a mediados del siglo XIX, Elie de Beaumont basándose en que todo cuerpo tiende a perder volumen al enfriarse, supuso que el enfriamiento del planeta dio lugar a fuertes contracciones que originaron las montañas, lo que es esencial para comprender la postura de Fevre y del mismo Vilanova a este respecto.

Estas fueron las hipótesis y los argumentos geológicos principales que encuadran los experimentos del geólogo suizo Favre y la conferencia de Vilanova. Todos ellos como puede verse dentro de las teorías fijistas, que consideraban que las masas continentales no eran susceptibles de desplazamientos horizontales, todo lo más verticales de ascenso o descenso, pues aún faltaba algunos años para que, en 1912, Alfred Wegener expusiera por vez primera su teoría de la Deriva Continental, que modificaría todo el esquema anterior. Pero cuando tuvo lugar la conferencia de Vilanova y los experimentos de Favre las teorías movi listas no eran intuitidas ni siquiera remotamente.

Para llevar a cabo sus experimentos de comprensión de los materiales sedimentarios de la corteza terrestre, Favre construyó un ingenioso aparato, descrito por Vilanova con estas palabras:

*Una tira de goma elástica de 0,016 de grueso, 0,12 de ancho y 0,40 de largo, distendida hasta 0,60, colocada sobre una tabla de madera y cubierta de una capa de tierra arcillosa fina de 0,025 á 0,060 de grosor, según los experimentos. Dos tablillas de madera unidas á la goma en las dos extremidades, la acompañan en sus movimientos, ejerciendo presiones laterales sobre la arcilla [...] operando con el aparato tal cual queda descrito, los efectos se hallan en relación, con las presiones ejercidas por el encogimiento de la goma que representa el enfriamiento y por la presión de las tablillas que obra lateralmente.*

Con dicho aparato hizo tres experimentos, comprimiendo la capa arcillosa en diferente proporción y observando el aumento de espesor de la arcilla y las formas a las que se dio lugar, según la intensidad de la comprensión y buscando similitudes con formas orográficas existentes en la Naturaleza. Los resultados los explica el mismo Vilanova, comentando además algunas figuras que acompañaron en su día la publicación de su conferencia y que nosotros también reproducimos a continuación:

*En el primer experimento la capa arcillosa de 62 centímetros se comprime hasta los 45, observándose que el espesor aumenta desde 35 milímetros hasta 0,063 en el punto culminante, y los resultados claramente reproducidos en la primera figura se manifiestan por la formación de capas onduladas, levantadas casi hasta la vertical en algunos puntos, separadas en otros, formando grietas horizontales que imitan la entrada de algunas cavernas y también hendiduras verticales parecidas á las que existen en muchos terrenos de sedimento. [...] En el segundo experimento la capa de arcilla redujose por la compresión de 0,60 de largo hasta 0,40, aumentando el grosor de 0,040 a 0,055, advirtiéndose que los cinco milímetros superiores eran de arcilla roja más consistente que los 35 restantes, cuyo tinte para que se distinguiera mejor era gris. Los efectos obtenidos, según se observa en la figura 2, son grandes replegamientos y ondulaciones de las capas, dando origen á colinas y valles de levantamiento; [...]. En el tercer ejemplo la arcilla se comprimió desde 60 centímetros hasta 40, y el grueso después de la compresión, aumentó 25 milímetros, esto es, desde 40 hasta 65. Los resultados son parecidos a los del caso anterior; observándose una especie de bóveda con una pequeña rotura de las capas. En varios puntos nótanse las cabezas de los estratos verticales y dislocadas los inmediatos de una manera tan notable, que bien pudieran considerarse como centros o zonas de repulsión lateral, habiendo producido hasta la separación de las capas<sup>26</sup>*

Fernando Arroyo Ilera  
María Asunción Martín Lou

## BIBLIOGRAFÍA

AA. VV. *Geología, Paleontología y Prehistoria en el siglo XIX. Homenaje a Juan Vilanova y Piera. 1883-1993*. Departamento de Geología de la Universitat de Valencia.

<sup>26</sup> BSG. Tomo VIII. Año V. Número 2 - 1880, febrero, p. 102.



- Servicio de Investigaciones Prehistóricas de la Diputación de Valencia. Sociedad Económica de Amigos del País de Valencia. Valencia 25-27 de noviembre de 1993.
- AYARZAGÜENA SANZ, M: *Visita a la reproducción de las pinturas de Altamira en el Museo Arqueológico Nacional*. Reproducido de: [www.arrakis.es/~seha/Altamira.htm](http://www.arrakis.es/~seha/Altamira.htm).
- GOZALO, R. / SALAVERT, V. L. / PELAYO, F. (2016): «La verdad sobre el falso fraude de las pinturas rupestres de Altamira». En *El Mundo*, 01 de abril de 2016.
- MADARIAGA DE LA CAMPA, B. (2000): *Sanz de Sautuola y el descubrimiento de Altamira*. Santander. Fundación Marcelino Botín. 182 pp.
- MARTÍN MARTÍN, T. (2016): «Un pasado que reivindicar: España en los Congresos Internacionales de Geografía». En *Boletín de la R. S. G.*, CLI, 2016 (149-180)
- PELAYO LÓPEZ, F. y GOZALO GUTIÉRREZ, R. (2012): *Juan Vilanova y Piera (1821-1893), la obra de un naturalista y prehistoriador valenciano. La donación Masiá Vilanova en el Museo de Prehistoria de Valencia*. Valencia. Servicio de Investigación Prehistórica del Museo de Prehistoria de Valencia: Serie de Trabajos Varios Núm. 114. Diputación de Valencia. 323 pp.
- PRIETO MOLINA, S. (2017): «La colección arqueológica de Juan Vilanova y Piera». En *Boletín del Museo Arqueológico Nacional* 36, pp. 35-54
- SÁNCHEZ GÓMEZ, L. A. (2006): «Ciencia, exotismo y colonialismo en la Exposición Universal de París de 1878». En *Cuadernos de Historia Contemporánea*, vol. 28, pp. 191-212:
- TRUYOLS SANTONJA, J. (2008): «La influencia de Edouard Verneuil en el desarrollo de la investigación de la Geología española de la época». En *Trabajos de Geología (Breviora Geológica Astúrica)*, n.º 28, pp. 15-24.



BOLETÍN  
DE LA  
SOCIEDAD GEOGRÁFICA DE MADRID.

---

CONFERENCIAS

POR EL SOCIO FUNDADOR

DR. DON JUAN VILANOVA.

---

1.º

**Sobre el Congreso de Berna.**

SEÑORES:

Nunca como ahora con tanta exactitud se ha realizado aquella antigua sentencia, de que nada hay tan atrevido como la ignorancia, pues verdaderamente que valor y hasta osadía supone venir el último de los socios de la Geográfica á ocupar este puesto de honor, cuando aún resuena en los oídos de todos la elocuente y persuasiva palabra de los profundos pensadores, que con títulos propios han honrado este sitio, contribuyendo con su saber á la ilustración de los que tuvieron la fortuna de escucharlos, y al progreso y lustre de tan egregia Asamblea.

Pero ¿por qué se atreve á tanto el último de todos vosotros? Por dos razones, ámbas muy poderosas, á saber: por la galantería con que la Junta Directiva de la Sociedad se dignó invitarme á dar alguna conferencia, á cuya generosa invitación cedo siempre, y por la resistencia que otros han manifestado por razones varias que respeto, á ocupar esta cátedra.

Sensible es, pues, que por todas estas razones haya tenido que encargarse de esta Velada literaria el que vale menos de

todos vosotros, y quien de seguro no acertará á compensaros ni por lo ameno del discurso, ni por el interés y la utilidad de la materia escogida, del tiempo que oyéndome vais á perder. Pero á bien que vivimos en un país en el que tal vez por efecto de la exuberancia de sus ricos y naturales dones, olvidando la sapientísima máxima inglesa *time ist money*, se pretende realizar el imposible de *hacer tiempo*, por lo mismo que no se sabe apreciar en su justo valor tan importante auxiliar de la vida y del progreso, siendo de seguro esta circunstancia la que más directamente contribuye á nuestro nada halagüeño estado.

Tendreis, pues, que resignaros poniendo á prueba vuestra paciencia y benévola atención, á escuchar mi desaliñado discurso en el breve espacio de tiempo que durará la Velada literaria, sin más desquite, si os preguntan en qué habeis pasado parte de la noche, que contestar hemos *hecho tiempo* oyendo al menos docto, pero al más atrevido individuo de la Sociedad Geográfica de Madrid. Acordaos, empero, de añadir, para no faltar á la justicia, que toda la culpa es vuestra, primero por haberle invitado á ocupar este sitio de honor, sabiendo que no lo merecía; y segundo, por no querer llevar la voz de la Sociedad otras personas en quienes concurren la ciencia y las dotes oratorias de que por desgracia carece el que por esta misma circunstancia reclama toda vuestra indulgencia para entrar en materia.

Y como estas protestas no son hijas de refinada hipocresía, sino más bien expresion leal y sincera de la verdad, á falta de ciencia propia, acudiré á la que por dicha mia he podido adquirir en comarcas más afortunadas que la nuestra en este concepto; resultando de esta circunstancia, que si algo bueno encontrais en lo que voy á deciros, estad seguros de que no es mio, reservándome tan sólo la responsabilidad de no acertar á exponer á vuestra superior ilustración, con el método y sencillez debida, cuanto otro mejor dotado hubiera aprendido en las fuentes puras á donde acudí durante el verano último, para seguir, siquiera sea parcialmente, el movimiento intelectual de Europa. Hállase éste hoy tan difundido por fortuna,

## CONFERENCIAS.

99

señores, merced á los múltiples y expeditos medios de comunicación de que disponemos, que es harto difícil hallar sus verdaderos centros; sin embargo, bien puede asegurarse que si la enseñanza, así la oficial como la libre, sirviéndose de la cátedra, del laboratorio y gabinete, representan dentro de ciertos límites el fundamento esencial de la cultura y civilización que hoy alcanzamos, iniciando á la juventud en los arcanos del gran libro del saber, para nadie hoy afortunadamente cerrado, los Congresos que periódicamente ó con motivo de ciertos acontecimientos se celebran en todos los países cultos de Europa y América, excepción hecha por desgracia del nuestro, constituyen en realidad los verdaderos y brillantes focos desde donde irradian con asombrosa intensidad esos torrentes de vivísima luz que sintetizan el saber y las aspiraciones científicas modernas. Por esto mismo gusto de frecuentar, siempre que otras atenciones me lo permiten, dichas Asambleas, en las cuales sobre satisfacer una de las más nobles necesidades del espíritu, cual es la de aprender, se renuevan antiguas y respetables amistades; se contraen otras nuevas, y se disfruta, en una palabra, durante cierto número de días, de grato bienestar y de delicias tales, que con nada del mundo pueden compararse, como no sea en otra esfera, con los puros goces de la familia, ese puerto de salvación de todas las tribulaciones que en este valle de lágrimas cual más, cual menos, todos experimentamos. Atraído, pues, por tan halagüeñas y seductoras circunstancias, y obedeciendo á las exigencias de mi educación científica, asisto á dichos Areópagos que considero como manantiales abundosos de aguas puras y cristalinas, donde momentáneamente se apaga la sed de saber, á la par que se pone en función otra de las condiciones humanas, la sociabilidad, pues creo firmemente que sólo comunicando á menudo con los demás hombres, es como puede hacerse la vida más llevadera, y ha de enriquecerse el caudal de la experiencia, siquiera á menudo, cuando es humana, sea por cierto harto dolorosa. Adviértase, no obstante, que lo desagradable y penoso en manera alguna se encuentra en aquellas Asambleas doctas, en las que apreciándose los méritos y

deseos de cada cual, todo se convierte en placenteras satisfacciones, aprendiendo y enseñando recíprocamente, sin que por un momento acibaren tan dulces momentos esas pasiones que por lo pequeñas y despreciables, ni siquiera merecen que ofenda vuestros oídos nombrándolas, ni que empañen mis labios al pronunciarlas, las cuales conviértense entre nosotros con sobrada frecuencia, en poderosas rémoras para el desarrollo del espíritu científico moderno. Por mi parte confieso con la lealtad que me distingue, y de la que á nadie permito ponga en duda, que aparte la provechosa enseñanza que en aquellos Congresos se adquiere, muéveme con irresistible impulso á frecuentarlos y á escribir ó hablar sobre lo que allí aprendo, el vehemente deseo de ver ensayada y arraigada en nuestro país una institución cuyos resultados déjense sentir así en el terreno del verdadero y sólido progreso, como en el de las relaciones sociales y de fraternidad científica. Y como quiera que para que esto llegue á realizarse aquí se hace de todo punto necesario ir creando atmósfera, como vulgarmente se dice, y preparando la opinión, siguiendo en este punto la práctica inglesa cuando se trata de introducir alguna mejora útil en cualquier terreno que sea, claro es que mi pensamiento y mis deseos han de encaminarse á contribuir con mis escasos medios á que nos vayamos poco á poco disponiendo para adoptar una costumbre, ya añeja en otros países más afortunados, y de la que no tienen motivo alguno de arrepentirse, antes bien, sobradas razones para felicitarse. Con efecto, señores, ¿quién no siente entusiasmo por la ciencia y cariño hácia las eminencias científicas allí congregadas, cuando á más de la ciencia, recibe el que tiene la fortuna de respirar aquella atmósfera, sinceros halagos y las más delicadas atenciones? ¿Ni cómo es posible dudar que del conjunto de tan felices circunstancias dejen de obtenerse ópimos y sazonados frutos, así en lo científico como en las relaciones sociales que á todos los de buena fe y corazón sano deben estrechar con fraternales lazos? Y si como es fácil comprender, todo esto es más que bueno, óptimo y por todo extremo útil, ¿qué mucho si lo deseo con ánsia para nuestra pobre y desdichada patria,

## CONFERENCIAS.

101

y que ponga de mi parte cuanto mis débiles fuerzas y perseverante voluntad me lo permitan? Pues bien; no otra es la causa que me mueve á molestar por breve tiempo vuestra benévola y superior atención, relatando lo más importante que en el Congreso de Berna celebrado en Agosto último y al que tuve la satisfacción de asistir, pude aprender, ya que entre otros asuntos tratóse también de la ciencia que nos tiene aquí congregados, y se habló quizá por primera vez de nuestra Sociedad y en términos muy lisonjeros, en aquel país clásico de la verdadera libertad y del verdadero y sólido saber. Pero antes de entrar de lleno en sus más importantes detalles, habreis de permitirme que os dé una idea, siquiera sea somera, de la especial organización de los Congresos Helvéticos de ciencias naturales.

Designado en la última sesión el punto donde ha de reunirse el del año inmediato, y nombrado su Presidente, éste se asocia desde aquel momento á los individuos que han de secundarle en la feliz realización del futuro Congreso. Redáctanse invitaciones que se reparten con profusión á corporaciones y á los socios nacionales y extranjeros, con el fin de que secunden los vivos deseos de la Sociedad que representan. A tan generoso llamamiento justo es confesar que todos responden desde el Gobierno, las Diputaciones y Municipios, hasta los simples ciudadanos, esmerándose todos á porfía en contribuir á lo que tanto realce da á la patria.

Por tan feliz y acertada combinación de generosos y patrióticos esfuerzos, lógrase organizar el lado útil, ameno y agradable, siquiera profano del Congreso, llegando la generosidad y la galantería sobre todo hácia los extranjeros, que hasta se les proporciona vivienda no sólo gratuita, sino confortable y por demás halagüeña. Prepárase por particulares y corporaciones una recepción digna del Congreso en la casa de la Villa, en los salones del Casino ó en los de algún otro edificio público; organízanse fiestas, convites y hasta expediciones que reúnen el doble caracter de esparcimiento y grato solaz, á la par que de contemplación y estudio de la naturaleza.

Tocante á la parte científica del Congreso, la Comisión organizadora apenas tiene nada que hacer; el Presidente prepara el discurso inaugural y de bienvenida á los concurrentes, en el cual se desarrolla á voluntad algún punto general de la ciencia, que con frecuencia suele ser objeto de serias meditaciones. Todo lo demás lo hace el amor á la ciencia y á la patria, ansiosos los que á dichas Asambleas acuden de enaltecer á ésta y dar esplendor contribuyendo al verdadero progreso de aquélla. Todos rivalizan en tan nobles sentimientos, no faltando nunca ni hechos curiosos que exponer, ni puntos de discusión y controversia, de la cual siempre sale la luz, cuando preside la buena fe y desinteresado amor á la ciencia. Todas cuyas felices circunstancias hacen que acudan al punto designado dias antes de abrirse las sesiones, gran número de socios de Suiza y también del resto de Europa y aun de América, ofreciendo la población un movimiento desusado, sí, pero que no se extraña, pues todas las villas importantes de aquel país afortunado saben que aquello es preludio de la reunión de los que al culto del saber se consagran, y á quienes por la propia civilización que á sus habitantes distingue, les dispensan todo género de consideraciones respetuosas.

La víspera de la sesión inaugural se destina á hacer la inscripción oficial de los que asisten, los cuales abonan al Tesorero 20 francos, que se destinan á costear comidas, giras campestres ó lacustres y demás gastos de la parte amena del Congreso.

La primera sesión celébrase á las ocho de la mañana, hora que aún en verano parecería aquí intempestiva, pero que allí no lo es, pues se madruga mucho, y se prolonga hasta las doce, en que se suspende para almorzar todos reunidos. A las dos instálanse las secciones en número de siete, á saber: de Física y Matemáticas, de Química y Farmacia, de Mineralogía y Geología, de Botánica, de Anatomía, Fisiología y Zoolo-gía, de Geografía y de Medicina, cada una en el local designado de antemano, pero de tal modo dispuesto, que un mismo individuo puede asistir á más de una si lo desea. Nombradas



## CONFERENCIAS.

103

las mesas, principia en seguida la sesión particular de cada sección, distinguiéndose en general más que por discusiones empeñadas, por la exposición de los estudios preparados que se presentan en extracto, sin perjuicio de ampliarlos después en el libro de actas. No dejan, sin embargo, de hacerse observaciones cuando el asunto lo merece, siquiera se haga siempre un uso muy discreto del derecho que concede el Reglamento. Terminadas las sesiones del primer día, se reúnen todos los socios á comer, bien sea por la cantidad que se abonó, ó invitados por alguna corporación; la noche suele destinarse á alguna diversión oficial. Los días siguientes vuelven á reunirse las secciones desde las ocho hasta las doce y de dos á cinco de la tarde, exceptuando el último, en el que se celebra la sesión de despedida, volviendo á tratarse como en la primera asuntos, digámoslo así, de interés general ó común.

Tal es, en resumen, la estructura de aquellas tan amenas y útiles reuniones, de hombres entusiastas por la patria y la ciencia, variando los detalles como fácilmente se comprende, en cada una de ellas. Concretándome ahora al último Congreso que fué el sexuagésimo primero de la Sociedad Helvética, en el que se dió el caso, poco común por desgracia, de haber asistido y tomado parte activa en él un veterano, mi querido maestro de Geología alpina, el profesor Bernardo Studer, que había tenido la satisfacción de concurrir á todos desde su instalación en 1817, constituyóse el 12 de Agosto próximo pasado en el salón del Gran Consejo, versando el discurso del Presidente, señor Brunner de Watenvyld sobre el transformismo; después el profesor Favre, de Ginebra, ocupó la atención de la Asamblea dando cuenta de experimentos muy curiosos encaminados á demostrar la eficaz y á las veces decisiva influencia del enfriamiento de la costra sólida, y de la consiguiente presión ejercida por los estratos rotos, en la formación de las montañas, asunto que me permitireis amplíe algún tanto, visto el enlace íntimo que entre esta parte de la Geología y la Orografía, parte fundamental de la Geografía física, existe. Con efecto, importa sobremanera persuadirse é inculcar en el ánimo de todos la idea de que mientras las exploraciones prácticas geo-

lógicas y la experimentación en el laboratorio no esclarezcan todos los problemas relacionados con los accidentes terrestres, no quedará bien grabado en el espíritu, sobre todo del que aprende, el concepto de lo que éstos son y de lo que valen. Y si por un momento descendemos de la esfera de la especulación pura al terreno de la aplicación de estos datos de Geografía física dinámica, á los múltiples ramos de industria que de ella reciben el fundamento científico, en este caso sube de punto la trascendencia de estos estudios que, como otros de índole análoga, ocuparon la atención del Congreso de Berna. Partiendo de la teoría ígnea que supone con bastante fundamento que la tierra empezó por ser una masa candente, la consecuencia inmediata hubo de ser que se enfriara la parte exterior del planeta, dando esto origen á lo que llamamos costra sólida, á lo cual contribuyeron también las acciones y reacciones químicas que se realizaron en aquel inmenso laboratorio terrestre. Desde aquel momento el enfriamiento continuó, aumentando en proporción el espesor de la costra sólida, y cuando por el descenso de la temperatura pudieron ya permanecer las aguas en la superficie, y se depositaron en su fondo los materiales que representan los terrenos de sedimento, no sólo la costra sólida aumentó, sino que los bancos ó capas que los representan, sufriendo los efectos de la retracción, se fraccionaron, determinando los múltiples accidentes que los distinguen.

Parte, pues, Favre de estos datos, y de la creencia bastante generalizada, de que el enfriamiento es más rápido en el fondo de la costra sólida que en la superficie, fundando en estos datos sus ingeniosos experimentos como antes sirvieron á Hall, Daubrée y á otros, cuyos resultados voy á exponer en breves frases á vuestra superior ilustración y criterio. El aparato de que el distinguido geólogo ginebrino se sirve, redúcese á una tira de goma elástica de 0,016 de grueso, 0,12 de ancho y 0,40 de largo, distendida hasta 0,60, colocada sobre una tabla de madera y cubierta de una capa de tierra arcillosa fina de 0,025 á 0,060 de grosor, segun los experimentos. Dos tablillas de madera unidas á la goma en las dos extremidades,

la acompañan en sus movimientos, ejerciendo presiones laterales sobre la arcilla. Esta disposición es tanto más indispensable, cuanto que actuando sólo el caoutchuc, se forman únicamente en la superficie de la arcilla pequeños repliegues de tres á cuatro centímetros, y si las tablillas laterales actúan contra la arcilla puesta sobre una materia no compresible, tal por ejemplo como una tabla bien lisa y untada con aceite, aquélla no se pliega á la superficie, aumentando tan sólo de espesor y formándose algunos rodetes junto á los puntos de compresión.

Mas operando con el aparato tal cual queda descrito, los efectos se hallan en relación con las presiones ejercidas por el encogimiento de la goma que representa el enfriamiento, y por la presión de las tablillas que obra lateralmente. En el primer experimento la capa arcillosa de 62 centímetros se comprime hasta los 45, observándose que el espesor aumenta desde 35 milímetros hasta 0,063 en el punto culminante, y los resultados claramente reproducidos en la primera figura se manifiestan por la formación de capas onduladas, levantadas casi hasta la vertical en algunos puntos, separadas en otros, formando grietas horizontales que imitan la entrada de algunas cavernas y tambien hendiduras verticales parecidas á las que existen en muchos terrenos de sedimento. La inclinación es tal en algunos puntos, que imita perfectamente una montaña con pendiente suave hácia un lado, y más ó menos rápida del lado opuesto, donde las capas llegan no sólo á ponerse hasta verticales, sino interrumpidas, formando una especie de falla ó resbalamiento. Salvos pequeños detalles, el señor Favre encuentra grande analogía entre todos estos accidentes y los que ofrece á la consideración del geólogo, el llamado Mont Saleve, inmediato á Ginebra. Para hacer más inteligibles las únicas diferencias que pueden existir, dice Favre con mucha oportunidad, que en el experimento no pueden notarse los efectos de una causa poderosa que actuó y sigue actuando contra la superficie de todos los terrenos, á saber; la erosión determinada por el agua líquida y sólida, y también por los otros agentes que obrando física ó química-

mente, determinan la variada descomposición de las rocas todas.

En el segundo experimento la capa de arcilla redujose por la compresión de 0,60 de largo hasta 0,40, aumentando el grosor de 0,040 á 0,055, advirtiéndose que los cinco milímetros superiores eran de arcilla roja más consistente que los 35 restantes, cuyo tinte para que se distinguiera mejor era gris. Los efectos obtenidos, según se observa en la figura 2.<sup>a</sup>, son grandes replegamientos y ondulaciones de las capas, dando origen á colinas y valles de levantamiento; en el punto más alto nótase un rompimiento de las capas que forman bóvedas rotas á derecha é izquierda; la figura 3.<sup>a</sup> representa el lado opuesto en el mismo experimento, en la cual debe observarse que los accidentes no se corresponden, antes por el contrario, la montaña de uno de los lados se convierte en el otro en un valle, meseta ó llanura. En algunos puntos, como por ejemplo, en *i*, figura 3.<sup>a</sup>, se advierte una especie de separación por hundimiento de la capa inferior, resultando una como entrada de cueva.

En el tercer ejemplo la arcilla se comprimió desde 60 centímetros hasta 40, y el grueso después de la compresión, aumentó 25 milímetros, esto es, desde 40 hasta 65. Los resultados son parecidos á los del caso anterior, observándose una especie de bóveda con una pequeña rotura de las capas. En varios puntos nótanse las cabezas de los estratos verticales y dislocadas los inmediatos de una manera tan notable, que bien pudieran considerarse como centros ó zonas de repulsión lateral, habiendo producido hasta la separación de las capas. La figura 5.<sup>a</sup> representa el lado opuesto de la 4.<sup>a</sup>, pudiendo advertir, como en el caso anterior, que tampoco coinciden los accidentes; así, por ejemplo, la gran bóveda *a* de la 4.<sup>a</sup>, corresponde en la 5.<sup>a</sup> con dos pequeñas bóvedas *a*, *a*. La zona de repulsión *b*, figura 4.<sup>a</sup>, equivale á una especie de falla oblicua que arranca en *a* de la figura 5.<sup>a</sup>. El centro de presión lateral *c*, figura 4.<sup>a</sup>, no alteró nada las capas que sólo ofrecen en *c*, figura 5.<sup>a</sup>, ligeras ondulaciones, al paso que el marcado con la letra *d*, figura 4.<sup>a</sup>, se ha triplicado en *d*, figura 5.<sup>a</sup>

La zona *c d e f* apenas es visible en *c*, figura 5.<sup>a</sup>. El punto *e* y su derecha, muy marcada en figura 4.<sup>a</sup>, donde aparecen varias separaciones de capas y algunas cavernas, es menos pronunciada en *e*, figura 5.<sup>a</sup>. Por último, la zona *g* que en la figura 4.<sup>a</sup> es oblicua, se ostenta también muy pronunciada en *f*, figura 5.<sup>a</sup>, aunque algo más vertical.

Las figuras 6.<sup>a</sup> y 7.<sup>a</sup> representan también los dos lados de la faja de arcilla, y en ellas las mismas letras indican los accidentes del lado opuesto. En el experimento que estas figuras expresan, la arcilla teniendo 60 centímetros de largo, sufrió una compresión tal que la redujo á 40 centímetros; la altura subió de 25 milímetros hasta 30, habiendo tenido cuidado de que los 5 milímetros superiores fueran de arcilla más consistente y de color rojo, para que formaran contraste con los inferiores que ofrecían otro matiz. Hecha la compresión, resultaron todos los accidentes que en estas figuras se advierten. El punto *a* de la figura 6.<sup>a</sup> representa una gran bóveda; la separación de las capas dió origen á una caverna ancha y profunda, de aspecto muy parecido á la producida en *e*, figura 7.<sup>a</sup>, siquiera sea ésta más reducida. Ambas á dos son sensiblemente triangulares y se parecen á la del pequeño Bernard en Saboya, producida por la explotación del combustible que allí existe. La misma bóveda *a*, figura 6.<sup>a</sup>, se presenta rota y destruida en *a*, figura 7.<sup>a</sup>, aunque sin ofrecer caverna alguna.

Las laderas y paredes del valle *b e* figura 6.<sup>a</sup> se ostentan muy inclinadas, al paso que en *b*, figura 7.<sup>a</sup>, sólo representan una grieta cortada á plomo y aun rebasando la vertical. La bóveda *c* figura 6.<sup>a</sup> es normal y casi sin rotura, mientras que en *c*, figura 7.<sup>a</sup>, aparece quebrantada y deshecha.

El valle *d*, figura 6.<sup>a</sup>, es estrecho, y sus paredes casi se tocan, siendo vertical la de la derecha; pues bien, del lado opuesto cambia totalmente de aspecto, hasta el punto de formar en *d*, figura 7.<sup>a</sup>, una verdadera llanura.

La bóveda *e*, figura 6.<sup>a</sup>, regular y apenas rota, corresponde en parte con la llanura *d* y con el pliegue de terreno *e*, figura 7.<sup>a</sup>, oblicuo respecto de la dirección de la bóveda.

El valle *f*, figuras 6.<sup>a</sup> y 7.<sup>a</sup>, se prolonga de uno á otro lado

con bastante uniformidad, siquiera se presente en unos puntos más estrecho que en otros.

La bóveda *g*, figura 6.<sup>a</sup>, aparece inclinada en sentido opuesto al de su prolongación en *g*, figura 7.<sup>a</sup>

La bóveda *h*, figura 6.<sup>a</sup>, baja y oblicua, así como la señalada con la letra *i* profundamente quebrantada con las capas verticales, se continúan en *h* y en *i*, figura 7.<sup>a</sup>, pero formando otra bóveda mucho más regular.

La llanura *k*, figura 6.<sup>a</sup>, se prolonga en forma de bóveda en *k*, figura 7.<sup>a</sup>, y el pliegue *l*, figura 6.<sup>a</sup>, dispuesto en sentido contrario á *h* no se observa en *l*, figura 7.<sup>a</sup>

Las ondulaciones, repliegues, valles y roturas de capas son en ambos lados muy notables, recordando muchos de entre ellos á los que se dieron á conocer al explicar la figura 2.<sup>a</sup>

En el experimento representado en la figura 8.<sup>a</sup> la longitud de la faja de arcilla era de 60 centímetros, reducidos á 40 centímetros por la compresión; la altura inicial era de 40 milímetros de arcilla gris cubierta por otra capa de 5 milímetros de tierra roja y más consistente; la compresión la obligó á llegar á 100 milímetros. Deseando M. Favre reproducir lo que debe haber ocurrido por la compresión ejercida contra capas humedecidas aún, horizontales y algún tanto flexibles en el fondo del mar, por la existencia de dos montañas ya solidificadas, colocó aquél entre la capa de goma y la arcilla dos medios cilindros de madera *a* y *b* de 35 milímetros próximamente de radio, y separados por una distancia de 20 centímetros; debiendo advertir que para más aproximarse á la verdad de lo que se pretendía imitar, las fajas de arcilla se pusieron perfectamente horizontales.

Hecha la compresión, formóse en el vértice del hemcilindro *a* un valle *c*, resultado del replegamiento de las capas á la derecha, y por una eminencia ó altozano á la izquierda, singular ejemplo de valle, cuya formación hasta el presente no ha intentado nadie explicar en la naturaleza, por tan curioso procedimiento.

En el otro hemcilindro *b* resultó un enorme levantamiento según se ve en *c*, con una rotura tal en las capas, que el lado



izquierdo *f y* sufrió una inversión completa de éstas, como si hubiera girado toda la masa sobre una charnela alrededor de la línea horizontal que pasara por el punto *h*. De donde resulta que las cuatro capas superiores, 1, 2, 3 y 4, hallándose en posición normal antes de ser comprimidas, se encuentran después dispuestas de tal modo, que representan la sucesión indicada á la izquierda por los números superiores 4, 3, 2 y 1, y 1, 2, 3 y 4 inferiores, si se traza el corte del terreno por la línea *xy*. Secciones análogas representando inversiones totales de bancos ó estratos se observan á menudo por los geólogos, sobre todo en territorios montuosos y accidentados.

Muchos otros resultados notables obtenidos por medio de los curiosos experimentos del Sr. Favre, podría ofrecer á vuestra consideración; pero el deseo de no abusar de vuestra benévola paciencia, y la firme persuasión de que lo dicho basta para demostrar cómo por tan ingenioso procedimiento se ha logrado reproducir muchos de los accidentes que con frecuencia se observan en los países montuosos y accidentados me obligan á ser breve. Otro geólogo eminente, M. Daubrée, Director de la Escuela Central de Minas de París, ha dado á conocer en el *Boletín de la Sociedad Geológica* de Francia y en las actas de la Academia de Ciencias los resultados, muy parecidos á los anteriores, obtenidos por un procedimiento análogo; pero lo dicho basta para formar idea de los plausibles esfuerzos que el hombre pone en práctica para explicar cómo se han formado los accidentes orográficos de la superficie terrestre.

He dicho.

2.<sup>a</sup>

#### **Sobre las causas de las desigualdades terrestres.**

SEÑORES:

No sé por qué conjunto de circunstancias, todas ajenas á los buenos deseos de la Junta Directiva de esta distinguida

Sociedad, y del que en los actuales momentos tiene la honra de dirigiros la palabra, interrumpióse apenas iniciada la relación de lo que en el Congreso Helvético celebrado en Agosto del 78 en Berna pude aprender; de modo que reanudando hoy aquella tarea, casi, casi podría parodiar la célebre frase del maestro Leon exclamando: decíamos ayer... siquiera por desgracia para vosotros y para mí, falto de las grandes dotes de saber y elocuencia que distinguían á tan preclaro ingenio, no me será dado ni deleitaros con una elegante y erudita disertación, ni menos instruiros añadiendo al relato de lo que en dicho Congreso tuve ocasión de oír, las profundas reflexiones que de seguro le hubiera sugerido su vasto y profundo talento. No habrá, pues, más remedio que contentaros con lo que, y para salir del apurado trance en que me encuentro, recuerde de dicho Congreso, añadiendo algo de lo con posterioridad publicado, como consecuencia legítima de aquella Asamblea científica, sin extralimitarme, por supuesto, ni en un punto de lo que estrictamente se relaciona con la especial índole de nuestro instituto: y si al final de la sesión quedaran defraudadas vuestras esperanzas, como de seguro acontecerá, que sirva esto de aviso á todos, á éstos para ocupar más digna y provechosamente este sitio, y á los que componen la Junta Directiva para que en lo sucesivo tengan mayor acierto en invitar á personas más idóneas para dar vida á la Sociedad por medio de estas Conferencias.

Y sin más preámbulos, entro en materia; recordareis los que tuvísteis la desgracia de asistir á la Velada del 17 de Diciembre último, que uno de los asuntos más importantes bajo el punto de vista geográfico, y que excitó grandemente la atención de la Asamblea científica congregada en Berna, fué el de los ingeniosos experimentos practicados por el insigne geólogo ginebrino Sr. D. Alfonso Favre, para probar que las desigualdades que ofrece la superficie del globo más que á levantamientos de la costra sólida, por la actividad propia de lo que se llama aún pirofera terrestre, son debidos á presiones laterales de las capas de los terrenos de sedimento, determinando las ondulaciones y replegamientos que carac-



## CONFERENCIAS.

111

terizan los accidentes orográficos que hoy estudiamos. Explicado ya entonces el pensamiento á que responden los ingeniosos aparatos de tan diligente observador, y exhibidos los dibujos que los reproducen con fidelísima exactitud por medio de la fotografía, no abusaré ciertamente de vuestra benévola paciencia con repeticiones inútiles, limitándome tan sólo á hacer notar la coincidencia de los estudios y experimentos de M. Favre, con los no menos interesantes y decisivos del insigne Daubrée, actual Director de la Escuela Central de Minas de París, de que su autor dió conocimiento ámplio y detallado ante el Congreso de París en 1878, y posteriormente en la Sociedad Geológica de Francia.

Mas para apreciar en toda su amplitud la trascendencia de estos estudios, de los cuales la Geografía ha de reportar con el tiempo inmensas ventajas, pasando del mero rango de un catálogo más ó menos largo y descriptivo de los accidentes terrestres, á la categoría de verdadera ciencia por el conocimiento de la causa ó causas que han determinado los efectos conocidos, se hace de todo punto preciso remontarnos al origen de este género de lucubraciones, trazando en lacónicas frases la historia de la ciencia en los cuatro últimos siglos como antecedentes indispensables para apreciar el estado actual de la cuestión, tan estrechamente relacionada con el porvenir de la Geología y de la Geografía física, rama desprendida de aquélla, si ha de elevarse algún dia á la categoría de verdadera ciencia.

Siquiera nada esté más lejos de nuestro ánimo que dirigir cargos é inculpaciones á los antiguos por las ideas erróneas y á las veces extravagantes que acerca de nuestro planeta y de los accidentes de su superficie profesaban, pues hay que considerar el estado á la sazón incipiente de todos los conocimientos humanos, y la carencia absoluta de medios de investigación, no puede menos de admitirse que el sobreponerse á tamaños errores, combatiéndolos con argumentos sacados de la inspección y estudio serio de la misma tierra, abriendo el estrecho y espinoso sendero que ha de conducir á la posesión de la verdad, es patrimonio exclusivo del génio que se ante-

pone á los hombres y á los conocimientos de su época. En el caso presente y concretándome á lo que por el momento puede interesaros, debo hacer mención de dos figuras colosales, de dos géneos extraordinarios, á quienes nunca agradeceremos bastante los que por el porvenir de la ciencia nos interesamos, el gran servicio que le prestaron. Quiero hablar ó me refiero á Leonardo de Vinci y á Stenon, dulcísimo pintor, poeta, arquitecto y mecánico insigne, aquél; sabio ingeniero, Director de las minas del Gran Duque de Toscana, anatómico profundo y diligente observador de la naturaleza, etc., éste, á quien á pesar de ser danés de nación, debe considerarse como una de las grandes figuras que ofrece Italia en la historia de la Geología, ámbos brillando cual refulgentes lumbreras en el gran período de los Médicis, ilustres Mecenás de las artes, las letras y la ciencia en los siglos XVI y XVII.

Leonardo de Vinci combatió con razonamientos propios de un verdadero filósofo y hasta valiéndose de la ironía más delicada, las falsas opiniones de sus contemporáneos respecto al origen de los fósiles que éstos consideraban como simples caprichos de la naturaleza ó producto de causas ocultas y hasta de las estrellas. Encontrando muchos restos orgánicos en los canales de riego que bajo su dirección se abrían en Toscana como eficaz auxiliar de la Agricultura, no tardó en advertir la notoria analogía que entre las conchas, por ejemplo, sepultadas en la tierra y las del Mediterráneo existe, y reflexionando acerca de las capas de piedra en que aquéllos yacen, no sólo reconoció la verdadera naturaleza de aquellos restos, sino que explicaba plausiblemente la formación en el fondo del mar de lo que hoy en términos científicos llamamos terrenos de sedimento, por el acarreo de los materiales y la sobreposición de los más recientes sobre los anteriores. Firme ya en esta creencia, hija de la observación más atenta, dirigiase á los mantenedores de las falsas ideas acerca de este punto, retándoles á que le enseñaran un solo fósil que hubiera sido hecho por las estrellas, ó que surgiera de la tierra como producto de la fuerza plástica de que muchos á la sazón la creían dotada.

## CONFERENCIAS.

113

Estaba, pues, dado el primer paso en firme en el terreno de la verdad, y no era fácil que flaqueara el edificio que sobre tan sólido fundamento se levantaba, cabiendo la gloria de haber tenido por arquitecto y mecánico tan insigne al gran L. de Vinci, que fué quien trazó al finalizar el siglo xv y en los albores del xvi, pues murió esta lumbrera en 1519, los verdaderos planos y exactos delineamientos, de lo que con el tiempo había de ser el templo sacrosanto de la ciencia geográfico-geológica.

A partir de tan feliz momento histórico, sintetizado por el pintor insigne de la Monalisa, ya no podía considerarse la tierra como un cuerpo estacionario y sin actividad, ó como otros llaman sin vida propia, constituido según se creía hasta entonces por una especie de armazón sólido, representado por las montañas, análogo al esqueleto de los animales, y formando como si dijéramos el relleno ó las carnes y la piel, los materiales de acarreo y la tierra vegetal.

Pero si el primer impulso había partido del gran Leonardo de Vinci, se hacía indispensable ir acopiando materiales para colocarlos en disposición de levantar el suntuoso edificio, tarea por demás árdua y penosa, siquiera no tan difícil de llevar á feliz término como en el siglo anterior, pues ya su representante había enseñado el camino estableciendo los principios que acaban de indicarse y que supo desempeñar de la manera más satisfactoria el danés Stenon, no sólo estudiando con escrupuloso detenimiento cuanto pudiera relacionarse con la naturaleza de los fósiles y con la formación de las montañas, sino dando á luz todas sus observaciones en ese pequeño volumen intitulado *De solido intra solidum naturaliter contento, dissertationis prodromus*, que he querido poner á vuestra disposición, pues á pesar de sus pocas páginas (78) y del modesto título que le dió su autor, encierra, por decirlo así, el germen de teorías importantes y que han logrado imprimir á la Geología y á la Geografía el sello científico que hoy ostentan.

Siguiendo las huellas de Vinci, y siendo Stenon tan hábil anatómico como ingeniero insigne, determinó la naturaleza

orgánica de los fósiles, apoyado en argumentos tales, que era imposible resistir. Con efecto, habiendo disecado un tiburón cogido en un punto de la costa, hizo ver que las hasta entonces llamadas lenguas de piedra ó glossopetras en griego y latín, no eran sino dientes más ó menos grandes de peces fósiles, que habían vivido cuando el territorio de Toscana se hallaba invadido por el mar. Y haciendo extensivas sus comparaciones á los huesos y á las conchas, estas últimas ya consideradas por el mismo como producto de la secreción del animal, no vaciló un momento, y así lo consigna en la obra, en mirar á dichos restos como verdaderos fósiles. Las siguientes frases evidencian cuanto acabo de indicar.

Dice Stenon en la página 65: «*Quod de animalibus, eorumque partibus dictum est, plantis et partibus plantarum pariter convenit, sive à stratis terreis eruantur, sive intra saxeam substantiam delitescant; vel enim veris plantis plantarumque; partibus omninó similes sunt, quales varius reperiuntur; vel solo colore et pondere ab illis diferunt, quæ frequentius occurrunt, modo in carbones exustæ, modo lapidescente succo impregnatæ; vel sola figura illes respondent, qualium magna copia variis in locis extat.*»

Pero sobre ser de gran valía el servicio que con ello prestó Stenon á la ciencia paleontológica en especial, su mayor título al reconocimiento de la Geología, y de consiguiente al de la ciencia geográfica, es el relativo á la formación de los terrenos de sedimento y á las dislocaciones posteriores que dieron origen á las montañas, pues desde aquel momento no podían ya éstas considerarse como elementos orográficos fijos y permanentes, sino como verdaderos representantes de la dinámica terrestre, palabra que á la sazón y en este sentido considerada, ni se había pronunciado aún, ni era fácil pudiera apreciarse su verdadero valor.

Stenon, dando evidentes pruebas de su perspicuo talento, y adelantándose de cerca de un siglo á su tiempo, no se limitó á explicar la formación de los terrenos estratificados por el procedimiento de la sedimentación, sino que refiere con una minuciosidad sorprendente un gran número de accidentes que

con frecuencia ofrecen así en lo que respecta á su disposición, como al valor que tiene la presencia de ciertos restos orgánicos entre los estratos para determinar su procedencia.

Así, por ejemplo, respecto á la sobreposición de los bancos, hé aquí cómo se expresaba aquel hombre verdaderamente extraordinario: «*Quo tempore formabatur num è stratis superioribus, stratum inferius jam tum solidam consistentiam acquisiverat.*»

Respecto al paralelismo y horizontalidad de los bancos, dice: «*Quod figuram spectat, certum est, quo tempore formabatur stratum quodlibet, superficiem ejus inferiorem, ut et laterem ejus superficies, inferioris corporis, et corporum lateralium superficiebus respondisse, superiorem vero superficiem horizonte, quantum maxime licuerit parallelam extitisse; adeoque strata omnia præter infimis duobus planis horizonti parallelis contineri. Hinc sequitur, strata, vel perpendicularia ad horizontem, vel ad illum inclinata, alio tempore parallela extitisse.*»

Queriendo probar que aquellos puntos donde al presente se ven los estratos habían sido ocupados antes por el mar en determinadas circunstancias, dice: «*Si in strato quodam salis marini indicia, animalium marinorum spolia, navium tabulas et fundo maris similem substantiam observaverimus, certum esse, eo loci aliquando mare extitisse, quoquumque demum modo sive propria exundatione, sive montium eructatione eo pervenerit.*»

«*Si in strato, añade después, quodam juncei, graminis, conorum pini, truncorum ramorum, similiumque magnam copiam deprehendimus, sive suspicamur, fluminis exundatione, vel torrentis illapsu eo abreptam fuisse dictam materiam.*»

No quiero abusar más de vuestra benevolencia trascribiendo los mil y mil párrafos de la obra en que el inmortal Stenon sentó, por decirlo así, sobre sólidas é inquebrantables bases, los fundamentos de la ciencia moderna. Sirvan los copiados de saludable aviso á los que leyendo tan sólo libros y folletos modernos, abrigan la creencia de que nada habían hecho los

antiguos por la Geología, á la que suponen hija, cuando más, de la anterior centuria.

Pero viniendo al objeto principal de la Conferencia, no puedo dispensarme de citar lo que aquel génio del siglo XVII dice respecto del origen de los accidentes terrestres:

«*Quod mutatus stratorum situs precipua montium origo sit, inde patet quod in qualibet congerie montium conspiciantur.*

1.º *Ingentia plana in quorundam vertice.*

2.º *Multra strata horizonti parallela.*

3.º *Ab eorumdem lateribus strata varia variè ad horizontem inclinata.*

4.º *In oppositis collium lateribus ruptorum stratorum facies, materiæ et figuræ omnidionam convenientiam demonstrantes.*

5.º *Nudi stratorum limbi.*

6.º *Ad radices ejusdem congeriei disruptorum stratorum fragmento, partim in collis congesta, partim per vicinos agros dispersa.»*

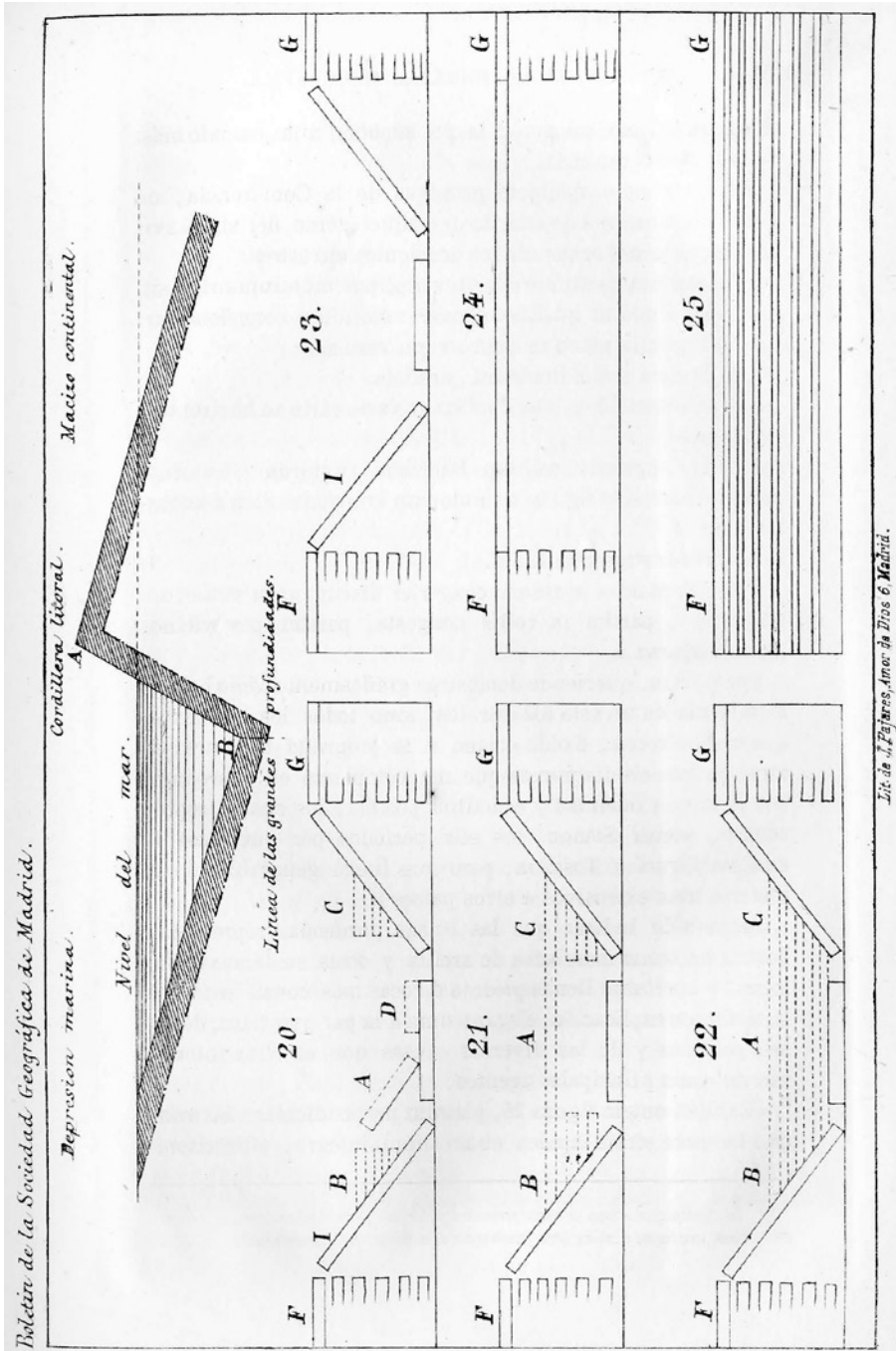
Por último, queriendo demostrar gráficamente cómo habían sido formados no sólo los estratos, sino todos los accidentes que ellos ofrecen, dando origen á la orografía terrestre, se sirve de los seis diagramas que me complazco en reproducir con la mayor fidelidad y exactitud posible, los cuales representan, segun Stenon, los seis períodos por que pasó la antigua Etruria ó Toscana, pero que luégo generalizando la materia hace extensivos á otros países (1).

Después de indicar que las líneas punteadas representan bancos de arena mezclados de arcilla y otras sustancias análogas, y las líneas llenas piedras ó rocas más consistentes, da la siguiente explicación, elegantísima á la par que clara, de los seis períodos y de las diversas causas que en ellas intervinieron como principales agentes:

«*Exhibet autem figura 25, planum perpendiculare Etruriæ, quo tempore strata lapidea etiam num integra, et horizonti*

---

(1) La figura que ocupa la parte superior y central de la lámina, tiene por objeto esclarecer, según se dirá en otra Conferencia, la doctrina de Lapparent.





## CONFERENCIAS.

117

parallela erant. Figura 24, ingentes cavitates, sive ignium, sive aquarum vi exesas intactis superioribus stratis. Figura 23, à disruptis stratis superioribus ortos montes, et valles. Figura 22, à mare facta nova strata in dictis vallibus. Figura 21, ex novis stratis consumptam partem inferiorum stratorum, intactis superioribus. Figura 20, disruptis superioribus stratis arenaceis, productos ibi colles, et valles.»

Las letras que en estos cortes figuran, sirven en el texto de la obra, para mayor exactitud en los detalles de la explicación, que suprimo por brevedad.

Imposible parece, señores, que en el siglo xvii se expresara Stenon con la precisión que revelan las anteriores frases, que en puridad encierran el germen de todas las teorías modernas, al menos por lo que respecta á la parte estratigráfica de la Geología, verdadero fundamento de la Orografía del planeta que habitamos, y por consiguiente de la Geografía física, estática y dinámica.

Me ha parecido oportuno dar todos estos pormenores acerca de la colosal figura del siglo xvii, no sólo porque de sus escritos arrancan los verdaderos estudios relativos á las desigualdades del globo, sino muy especialmente porque algunos geólogos al reseñar la historia de la ciencia, sin duda por no conocer á fondo la obra de Stenon, le suponen iniciador ó padre, digámoslo así, de la teoría de los levantamientos, atribuyéndole la idea de que todos los accidentes terrestres son debidos á la exclusiva acción del fuego central. Nada extraño hubiera sido por cierto, que familiarizado aquél con las erupciones del Vesubio, y conociendo las otras regiones volcánicas de Italia, se hubiera dejado llevar de la impresión que produce en el ánimo la vista de una de esas sorprendentes manifestaciones de la dinámica terrestre, á la que allí llaman *il bello hórrido*, y que en su virtud atribuyera á la acción del fuego subterráneo la formación de las desigualdades del globo. Pero dotado el célebre danés de un espíritu de observación más amplio, al decir explicando la figura 24 «ingentes cavitates, sive ignium sive aquarum vi exesas,» claramente manifiesta que no se encerraba en la estrechez de un solo agente,



sino que hacía intervenir en todas estas operaciones terrestres al fuego y al agua, y la verdad es que trascurridos dos siglos de intransigencias y de lucha, la ciencia le da hoy la razón más cumplida.

Pero lo que en realidad causa maravilla, es que no obstante la claridad con que aquel génio extraordinario explicó el hecho, aparecieran en la centuria siguiente dos Escuelas antagónicas, la una queriendo explicarlo todo por la acción del agua (neptunista y werneriana), y la otra por la influencia del fuego (plutonista y huttoniense). La intransigencia y carácter sobrado absoluto de ambas doctrinas originó la creación de la Sociedad Real Geológica de Londres, la cual inspirándose en el espíritu de verdadera tolerancia y tomando por base y bandera la observación atenta y minuciosa de los hechos referentes á la historia del globo, creó, por decirlo así, la teoría fecundísima en resultados que se funda en el estudio de las causas ó agentes que actúan sobre la tierra, sin obedecer y menos someterse á ideas ni doctrinas preconcebidas. Pero á pesar de tan buen ejemplo, que más tarde siguió Francia creando otra Sociedad análoga, y Suiza, y Alemania, etcétera, las Escuelas rivales del agua y del fuego continuaban sus eternas disputas, pretendiendo aquélla explicarlo todo, la formación de las rocas y de los terrenos por la influencia química y mecánica del fluido caótico, cuya naturaleza nunca supo determinar, y refiriendo la otra los hechos más importantes de la Física terrestre á la poderosa intervención del calor central.

Llegó un momento, sin embargo, en el que la teoría neptúnica podía considerarse como completa é irremisiblemente derrotada, y este momento fué cuando M. Cordier, valiéndose de observaciones y experimentos tan delicados cual exigía su carácter meticoloso, confirmó la creencia en el fuego central, ya antes sospechada por Hutton en Inglaterra. Desde entonces súpose con certidumbre que la temperatura del globo á partir de cierta zona, variable en profundidad, en la cual la columna termométrica permanece siempre fija, aumenta un grado próximamente por cada 33 metros, no siendo difícil

## CONFERENCIAS.

119

comprender que este nuevo factor de la dinámica terrestre había de convertirse muy pronto en señor absoluto y causa única de todo cuanto á la superficie y en el interior de la tierra se verifica. Y con efecto, durante cuarenta ó cincuenta años en el presente siglo, no sólo la formación de las montañas se debía como los volcanes activos, á la acción de tan poderoso é imponente elemento, sino también lo que por entonces empezó á llamarse metamorfismo de las rocas y hasta la formación de los filones que la escuela de Freyberg explicaba por el relleno de arriba abajo y á favor del agua, de grietas preexistentes en el terreno.

Pero á pesar de este triunfo completo del fuego en toda la línea y hasta para explicar fenómenos cuya existencia ni siquiera se había sospechado anteriormente, surgieron ya desde un principio dos tendencias dentro de la misma teoría ígnea, representada la una por Cordier y Constant Prevost, distinguidos profesores del Jardín de plantas y de la Sorbona, á cuyas instructivas lecciones tuve la satisfacción de asistir desde 1849 hasta 1852, para quienes todas las manifestaciones de la actividad terrestre eran meros efectos termométricos, debidos al enfriamiento de la costra sólida y á la consiguiente presión que los materiales exteriores ejercen sobre la masa pastosa ó fluida, pero ígnea; y la otra por dos lumbreras alemanas, Humboldt y Debuch, y por sus discípulos Dufresnoy y Elie de Beaumont en Francia, verdaderos fundadores de la doctrina de los levantamientos, llegando á definir Humboldt el volcanismo, que sintetizaba, por decirlo así, la formación de las montañas, en los siguientes términos: *La reacción del interior ígneo de un planeta, contra el exterior más ó menos sólido ó enfriado*, con lo cual claramente daba á entender el inmortal berlinés, la intervención decisiva que en su concepto tenía el fuego ó calor central del globo en todas estas manifestaciones de su propia actividad.

En 1824, Leopoldo Debuch, bajo la influencia de esta doctrina, puede decirse que inició la idea de los levantamientos con sus cráteres de erupción y sistemas de montañas, que suponía representaban líneas paralelas de menor resistencia

en la costra sólida, por donde había aparecido la materia ígnea interna por efecto de su propia actividad. El estudio minucioso y detenido que había hecho acerca de las rocas que él llamaba melafidos ó pórfidos negros del Tirol, y que dió á conocer en una Memoria por todo extremo interesante, le sugirió y confirmó en la idea de que no sólo aquella parte intrincada de los Alpes, sino las cordilleras todas, ó en su mayor parte, habían sido formadas por el levantamiento de los estratos producido por la salida de rocas que, á semejanza de los indicados melafidos, llamó ígneas.

Cinco años después, E. de Beaumont completó la doctrina de su maestro con la noción capital de la edad relativa de las montañas y el modo de precisarla por medio de la dirección de las capas y de las cordilleras, fundando de este modo la idea filosófica que en su sentir debían entrañar los levantamientos.

Desde entonces dejaron de considerarse los grandes accidentes rectilíneos de la superficie de nuestro planeta como resultado de un solo fenómeno, mirándolos más bien, á favor de esta doctrina, individualmente; esto es, cada uno de ellos como consecuencia de un levantamiento local y circunscrito, producido en un momento dado, siquiera se dé á esta frase un sentido mucho más lato que en el lenguaje usual y vulgar, y capaz de suministrar un dato precioso para la división de la historia del planeta en períodos de duración indeterminada. Precisar con exactitud la fecha de semejantes acontecimientos terrestres y la parte del globo donde se habían dejado sentir de preferencia sus resultados, tal fué la tarea y hasta pudiera con razón asegurarse que llegó á constituir la preocupación constante de aquella privilegiada inteligencia, á la cual, digan cuanto quieran sus émulos y rivales, debe la Geología tantos y tan señalados servicios, imprimiendo á su estudio un sello de exactitud y precisión matemática tal, como hasta entonces no había logrado alcanzar. Desarrollando su pensamiento y haciéndolo extensivo á toda Europa, pronto echó de ver E. de Beaumont la necesidad de aumentar hasta veintiuno el reducido número de levantamientos propuesto por Debuch; más tarde,

## CONFERENCIAS.

121

ampliando la doctrina á la superficie entera de la tierra, trazó sobre ésta su famosa red pentagonal, compuesta de ciento cinco sistemas de montañas, que explicó en un libro bajo muchos conceptos digno de estudio.

No se crea por esto, sin embargo, que el vasto talento de tan eminente maestro se encerrara en los estrechos límites de esta teoría exclusiva, pues bien claramente dió á entender en la Memoria que publicó en 1829 sobre las montañas de Oisans, siguiendo en esto á Stenon, que pudieran también referirse á presiones laterales debidas al enfriamiento de la costra sólida, muchos de los accidentes que ésta presenta á la superficie. Son tan claras y decisivas sus ideas en este punto, que considero un deber de justicia trasmitirlas, con el plausible propósito de hacer ver cuán infundadas son las acusaciones que con este motivo se le dirigen.

« El enfriamiento secular representa un elemento que me » parece pudiera servir para explicar muchos fenómenos geo- » lógicos, como ya en su tiempo pretendía Feneon. Este ele- » mento consiste en la relación que un enfriamiento tan pro- » nunciado como el de los cuerpos planetarios determina entre » la capacidad de su cubierta sólida y el volumen de la masa » interior. En un tiempo dado la temperatura interna de los » planetas disminuye más rápidamente que la exterior, cuyo » enfriamiento puede considerarse hoy casi como nulo; y » aunque desconozcamos las propiedades físicas de los mate- » riales encerrados por la costra sólida, por analogía inferimos » con sobrado motivo, que el desigual enfriamiento referido » debe obligar á la cubierta exterior á disminuir incesante- » mente de volúmen, no obstante la casi rigurosa constancia » de su temperatura, con el fin de adaptarse con exactitud á las » masas internas cuya temperatura decrece con mayor rapidez. » De aquí resulta que la cubierta sólida debe irse apartando, » siquiera insensiblemente, de la figura esferoidal regular que » le conviene, lo cual junto con la natural tendencia á volver » á adquirir dicha forma propia, bien sea que aquella causa » obre por sí sola ó en combinación con las demás que los » planetas pueden encerrar en su seno, podría tal vez dar razón

»suficiente del procedimiento empleado por la naturaleza para  
»formar los repliegues y las diversas protuberancias que á  
»largos intervalos han accidentado la superficie sólida de  
»dichos esferoides.»

Este párrafo bastaría por sí solo para justificar la memoria del geólogo insigne á quien sin razón han atribuido muchos la intransigencia de los levantamientos y cráteres de erupción, creaciones más bien del insigne maestro Debuch.

Pero la Conferencia va tomando ya proporciones para vosotros sobrado enojosas, y será preciso dejar para otra la continuación del asunto.



# CONFERENCIAS

POR EL SOCIO FUNDADOR

DR. DON JUAN VILANOVA.

---

3.<sup>a</sup>

**Sobre las causas de las desigualdades terrestres.**

SEÑORES:

Impetrando sinceramente vuestro perdón por la pertinaz insistencia en mi tema favorito de hacer intervenir el elemento geológico en las disquisiciones geográficas, que con tanto afán perseguís todos los presentes para gloria vuestra y bien de la ciencia, habreis de permitirme continúe el examen de las verdaderas causas de las desigualdades positivas y negativas del globo; para ello necesito también de toda vuestra benévola y galante indulgencia, y espero fundadamente os dignareis concedérmela.

Siendo en puridad las sesiones de este año necesaria é ineludible continuación de las del anterior, cuyo objeto era daros cuenta de los asuntos tratados en el Congreso de Berna, del cual apenas si reseñé los ingeniosos experimentos de Alfonso Favre, no faltará quizás quien estime sobrado prolija la digresión en que me encuentro empeñado; pero como el asunto en sí y en sus aplicaciones á la Geografía es tan vital, semejante consideración contribuirá tal vez á moderar algun tanto la crítica, y á permitirme que os dé aún algunos mayores detalles sobre orogenia terrestre, dejando para otra Conferencia lo referente á la sección geográfica de dicha Asamblea sabia, con tanto más motivo, cuanto que de allí surgió la idea de la creación de una Sociedad análoga á la

nuestra, que acaba de constituirse según el Reglamento que hace poco recibí.

Expuestas en la sesión última las erradas opiniones de los antiguos acerca de la inmutabilidad de las montañas, y las de Leonardo de Vinci y de Stenon en los siglos XVI y XVII, fundadas en estudios encaminados á dar una explicación racional y científica del hecho, é indicados por otra parte los desarrollos que en la anterior y en la actual centuria lograron imprimirla, aunque en las más encontradas direcciones, los partidarios de las opuestas doctrinas neptúnica y plutónica, cumple ofrecer hoy á vuestra superior y más ilustrada consideración, algunos mayores detalles sobre lo mismo, con el plausible fin de ver si llegamos á darnos razón cabal y plausible de los accidentes que ofrece la superficie del globo que nos sirve de morada, y de su distinta estructura y admirable disposición, con las causas que les dieron existencia.

Adquirido el pleno convencimiento de que la costra sólida representa ó es en rigor la imagen fiel de un proteísmo continuo y variado hasta el infinito, la misión del geógrafo, auxiliado de las luces de la Geología, debe ser la de seguir paso á paso todas las trasformaciones que el globo ha experimentado desde su origen, y referirlas á los variados agentes que á ello concurren. Precisamente entiendo que si alguna consideración ha de contribuir poderosa y eficazmente á dar impulso á la Geografía, y á comunicarle un carácter esencialmente científico, por lo menos en lo que á física terrestre se refiere, es la de relacionar los efectos que vemos, con las causas, no siempre ostensibles, que los determinaron, explicando á favor de los progresos de las ciencias físico-naturales, sus legítimas hermanas, el múltiple y variado procedimiento que para ello pone en juego la naturaleza.

En este punto las ideas que la Geografía ha ido sucesivamente recibiendo como buenas y desechando por malas, han participado siempre de la influencia que naturalmente había de ejercer el desarrollo de los estudios geológicos. Así es que mientras en las pasadas edades, cuando todavía el hombre no acertaba á darse razón del dinamismo terrestre, veía en los



accidentes de la superficie elementos geográficos permanentes é inalterables, análogos y con funciones parecidas á las del almacén sólido de los seres orgánicos; desde el momento en que el genio superior de los Vinci y Stenon lograron desvanecer aquel error, explicando la formación de las montañas por causas naturales, ya se consideraron aquéllos como factores importantes de la Geografía, sujetos á mil y mil modificaciones. ¿Cuáles son, pues, esos agentes tan poderosos que lograron imprimir al globo primero la forma de esferoide de revolución, y más tarde á la superficie toda ese incesante siquiera lento y secular proteísmo, en virtud del cual se presenta á la consideración y estudio del geólogo tan múltiple y variado en los detalles, como constante en su conjunto? Mientras se profesaba el dogma, por decirlo así, de la inmovilidad terrestre, tamaño problema ni siquiera se había intentado plantear; pero admitida la que en términos metafóricos puede llamarse vida del planeta, era ya una necesidad despejar sus numerosas incógnitas, á las cuales forzosamente había que llamarlas causas, desde el momento en que se trataba de darse razón de determinados efectos. Pero ¿cuáles son estas causas? repito; sin género alguno de duda, la que originó la actual forma del globo y la ordenada colocación de los materiales terrestres según su respectiva densidad, debe relacionarse con su estado fluido ó pastoso primitivo, sin el cual es harto difícil comprender cómo por virtud de la acción de las fuerzas centripeta y centrifuga, la que antes era esférica, pasó á ser de esferoide aplastado en los polos y abultado en el ecuador. Y con respecto á las desigualdades terrestres, según fueron las ideas dominantes en el campo de la ciencia geológica, así se explicaron por la acción de las aguas y del fuego, ó por la combinación de ambos agentes, ya sedimentando y desmoronando aquéllas, ya levantando del fondo de la tierra los materiales que constituyen el eje de las cordilleras, actuando éste por su propio poder, ó bien refiriéndolo todo al enfriamiento secular y á la influencia necesaria de compresiones laterales.

Las ideas fundamentales de las diversas escuelas ofrecían, según queda ya dicho, el grave inconveniente de subyugar de

tal modo el ánimo de los que las profesaban, que llegaron á ejercer el mismo dominio tiránico de la moda, siendo ó pareciendo por lo menos excelentes y satisfactorias, mientras les tocaba el turno, y dignas del más solemne desprecio y olvido cuando fueron reemplazadas por otras. Así se explica la boga que alcanzó el agua durante el reinado, si es permitido decirlo así, de la escuela de Werner, y el menosprecio de este agente durante el período álgido del plutonismo, hasta que llegado el momento de la reflexión y maduro examen, fundado en multitud de datos, pudo comprenderse que en la complicada estructura de nuestro planeta, ejercen modos distintos de acción el agua y el fuego, activo éste ó pasivo; y que con frecuencia combínanse ámbos sin excluirse, antes bien, auxiliándose recíprocamente, como ya lo adivinó Stenon en el siglo xvii, contribuyendo de esta manera á la nueva evolución en la vida de la tierra, conocida con el nombre, harto significativo, de hidrotermalismo.

Forzoso es, sin embargo, declarar que en el momento histórico presente la tendencia de muchos geólogos es á prescindir del agua y del fuego como causas activas y directas, pretendiendo explicar las desigualdades terrestres por un efecto secundario que se eleva al rango de causa primera y prepotente, á saber; por el propio enfriamiento terrestre y por las presiones laterales que éste determina. A este nuevo giro de la ciencia responden los ingeniosos experimentos de Alfonso Favre y de Daubrée en Suiza y Francia, los estudios de Suess en Viena, de R. Mallet en Inglaterra, y los curiosos datos referentes á la célebre serranía de Ronda, recogidos por mi buen amigo Macpherson y publicados en los *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*. Pero para que se aprecie en su verdadero y genuino valor esta doctrina, que á pesar de considerarla algunos como nueva, fué ya iniciada por Stenon, Cordier, Constant Prevost y hasta por el mismo E. de Beaumont, según se desprende de lo que queda dicho y se ampliará más adelante, se hace de todo punto indispensable dirigir antes una rápida ojeada á las diferentes desigualdades terrestres, consideradas primero en su propia é íntima composición y

estructura á favor de los estudios geológicos, y con las luces que nos suministra la ciencia geográfica en sus delineamientos y distribución general en la superficie del globo.

El hecho geológico general, siquiera no absoluto, es que al dirigirnos del llano ó meseta al monte y á la cordillera, se observa constantemente que las capas de los terrenos de sedimento cambian por completo de disposición, pues mientras en las llanuras se presentan con frecuencia horizontales, en las faldas de los montes y en las vertientes de las cordilleras ostentan una inclinación que á veces llega hasta la vertical, presentando con frecuencia repliegues, ondulaciones y á menudo inversión total de los terrenos, hasta el punto que para determinar la edad absoluta y relativa de dichos materiales terrestres, el geólogo necesaria é imprescindiblemente tiene que valerse del criterio paleontológico, que consiste en determinar con precisión la naturaleza de la Fauna y Flora fósil que cada uno de ellos contiene. Relacionados estos accidentes, por lo común, con materiales procedentes del interior, que representan el eje de las cordilleras, ó sea la línea de menor resistencia por donde aparecieron aquéllos, de un modo análogo á los productos volcánicos, se creyó en un principio por los partidarios de la escuela plutónica, que dichas masas activas por sí, ó impelidas por la fuerza expansiva de las sustancias encerradas dentro de la costra sólida, la habían roto según determinadas líneas, produciendo ora el cráter de erupción cuando los materiales ígneos asomaban á la superficie, ora el levantamiento de los estratos originariamente depositados de un modo horizontal en el fondo de los mares, y ocasionando en ellos además cambios en su estructura y hasta en su naturaleza íntima, á los que se aplicó el nombre general y colectivo de metamorfismo. La idea pareció en su origen tan natural y sencilla, como fundada en la observación más atenta, hasta el punto de ser universalmente aceptada; pero andando el tiempo, surgieron graves dificultades para su adopción, y entonces se apeló á la doctrina, hoy ya en boga, de los replegamientos y presiones laterales determinadas por el enfriamiento secular de la costra sólida. Aléganse en pró de esta idea los resultados de los famo-

sos experimentos de Hall, y los tantas veces citados de Favre y Daubrée, y algunos hechos que se observan en muchas cordilleras y que no parecen concordar muy bien con la teoría de los levantamientos y cráteres de erupción, en el concepto de ser unos y otros producidos por la acción, no refleja, si se me permite la frase, sino más bien directa, eficaz y poderosísima de las materias candentes del interior. Redúcese la doctrina, no nueva, sino rejuvenecida, á considerar la causa generatriz de las montañas, *como la resultante vertical de dos fuerzas tangenciales, representadas por la contracción secular de la masa planetaria por su enfriamiento y rigidez*; de donde se desprende el papel pasivo á que en los fenómenos eruptivos queda reducido el calor central.

Sentados estos precedentes, veamos si la ciencia geográfica puede esclarecer el asunto, facilitándonos datos acerca de la distribución y caracteres particulares que ofrecen las cordilleras.

Elie de Beaumont primero, en la cátedra de la Escuela de minas de París, y Cárlos Vogt después, en su *Manual de Geografía*, trazaron años hace unos interesantes perfiles de todos los continentes, cuyo fin era descifrar la disposición de las principales desigualdades del globo, y de los cuales deducen aquéllos que las cadenas de montañas, en vez de ocupar en los continentes una posición central con sus dos vertientes simétricas, se hallan inmediatas al mar, al cual presentan la ladera más rápida, al paso que la opuesta más suave, forma el continente, terminando en el opuesto Océano por una línea de territorios bajos. Estas ideas de Beaumont y Vogt las resumió posteriormente el geólogo Dana de los Estados-Unidos en los siguientes términos: *los continentes ofrecen por lo común los bordes levantados, formando contraste con el centro representado por grandes mesetas ó por cuencas deprimidas*, completando el pensamiento con las siguientes frases: *de las dos series de alturas, representantes de los dos litorales de un continente, la más alta es la que enfrenta ó limita con el Océano más extenso*. Los ejemplos que en apoyo de esta tesis cita Dana son concluyentes, en especial los que se refieren al continente ame-

ricano, cuya mitad septentrional, si se considera en sentido E. O. el corte que se trace, dará junto á la costa del gran Pacífico la cordillera de los montes Washington que alcanza 3.000 y más metros de altitud, seguida de la mesa extensa y deprimida del lago Salado, rodeado hácia el E. por la cordillera rocallosa ó pedregosa, más allá de la cual el terreno va bajando en suave pendiente formando la cuenca del Mississipi, cuya altura media es de unos 400 metros. Esta cuenca hállase á su vez separada de la costa atlántica por los Alleghanys que no excedan de 1.800 metros. Adviértase de paso que entre estas alturas y las de la cordillera litoral, existe la misma relación que entre las reducidas dimensiones del Atlántico septentrional y la inmensa superficie del Pacífico. En la América del Sur se repiten estos mismos accidentes, representados por los Andes y las llanuras del Brasil, limitadas por una serie de alturas de escasa importancia que las separa del Atlántico. Sierra Nevada de California se aparta por completo de esta ley.

Para aplicar la misma doctrina al antiguo continente, Dana considera á Europa y Asia como formando una sola masa de tierras limitada por el mar del N., por el Pacífico septentrional y por el Océano Índico, á cuyos tres litorales corresponden otros tantos límites orográficos, á saber: los montes escandinavos y de Escocia; las cordilleras de la Mogolia, China y Japón; y por último, el Himalaya, hallándose estrechamente relacionadas estas tres series de desigualdades terrestres con los correspondientes mares.

Indudablemente tiene algo y aun mucho de arbitrario este modo de considerar el antiguo continente para hacerle ajustar á la ley que acaba de mencionarse, pues ni las montañas de Escocia pueden en rigor asociarse con las escandinavas para formar un sistema, ni deja de invalidarse el principio por la interposición entre el Océano Índico y el Himalaya del grupo del Indostán por pequeño é insignificante que sea. Por otra parte, en el estado actual de Europa, ni los detalles ni los grandes delineamientos de su orografía corresponden con la mencionada ley, pues ni en nuestra Península, ni en Francia, ni en Irlanda se advierte cordillera alguna que pueda llamarse

litoral; con el Océano Polar Artico sólo se relaciona, pero formando con él ángulo recto, la del Ural; la de los Alpes, que es la más importante de todas, por ningún lado corresponde con el Mediterráneo, formando, en lugar de un litoral rectilíneo, una gran serie de contrafuertes casi perpendiculares que sirven de apoyo á importantes penínsulas. Los Pirineos en sus dos vertientes se relacionan con tierras y no con el mar; otro tanto se observa con el Cáucaso, situado trasversalmente entre el Mar Negro y el Caspio, sin servir de límite á mar alguno.

Desde el momento, pues, en que la ley que analizamos de Dana sólo encuentra su confirmación en el continente americano, sin ser aplicable al mundo antiguo, no obstante la abundancia que éste acusa y la variedad en accidentes orográficos que encierra, una de dos: ó no existe semejante ritmo en la estructura del globo, ó debe expresarse en otros términos la ley para que revista el carácter general que estos principios deben tener. Veamos si la Geología puede ilustrarnos en materia tan importante en sus relaciones con la Geografía física, viniendo á confirmar los estrechos vínculos que entre estas dos ciencias hermanas existen en realidad.

Para esclarecer este punto tan trascendental, conviene recordar que las cordilleras de montañas han podido formarse en épocas geológicas diversas, y que en consecuencia, la función que han desempeñado en el continente de que forman parte debe haber sido distinta, ó modificarse por lo menos cuantas veces haya surgido del fondo de la sierra una nueva cadena de montes; de manera que bien puede asegurarse no ser posible apreciar toda la importancia de aquella cordillera mientras no se reconstruyan con la mente las condiciones orográficas ó geográficas mejor, del período geológico en que la línea de desigualdades que estudiamos adquirió su principal y característico relieve.

Las cordilleras no son el resultado de grandes cataclismos violentos é instantáneos; muchas llevan impreso el sello de su remotísima fecha en los despojos de Faunas y Floras, que siglos há desaparecieron, y revelan por sus accidentes estratigráficos que experimentaron durante su larga existencia nu-



merosas transformaciones; razón por la cual no deja de ofrecer serias dificultades el esclarecer su complicada historia y determinar aquel punto y momento, á partir del cual ha conservado su verdadera fisonomía, no habiendo sufrido después sino modificaciones muy secundarias. Este dato, ó aquella fecha por mejor decir, sirve como punto de partida para determinar la edad de la cadena en cuestión; y estudiadas las europeas bajo estos principios, que pudieran llamarse de orogenesis terrestre, resulta que la ley de Dana debe anunciarse, en sentir de M. Lapparent, distinguido Profesor de Geología de la Universidad católica de París del siguiente modo: *En la época en que una cordillera de montañas adquiere su principal relieve, consta de dos vertientes muy desigualmente inclinadas: la una, esto es, la más suave, que enlaza con el continente, mientras que la otra se relaciona directamente con el mar.*

Vayan unos cuantos ejemplos para esclarecer y justificar lo que acaba de indicarse; sabido es que en la cordillera de los Pirineos no se encuentran los representantes del terreno mioceno, al paso que en su interior alcanza el horizonte numulítico considerables alturas, razón que abona la creencia de haber adquirido dicha cadena su principal relieve entre el período eoceno y el mioceno, en cuya época el relieve pirenaico se enlazaba por pendientes suaves con las tierras españolas ya emergidas, al paso que del lado de Francia, y en la cuenca del Garona, el mar en que se depositaban á la sazón los materiales de la molasa llegaba hasta el pié de dicha cadena de vertientes escarpadas.

Otro tanto sucedía con la del Jura, enlazada con el Francocondado por su pendiente más suave, y formando por la más rápida el límite del mar mioceno, que ocupaba á la sazón la mayor parte de la llanura suiza, y de la cual los lagos de Neufchatel y de Bienne pueden considerarse actualmente como exiguos testimonios.

Los Alpes principales, formados entre el mioceno y el plioceno, daban á la sazón origen por escasas pendientes á todo el territorio de Alemania, mientras por el S. formaban el límite del mar subapenino que invadió todo el territorio llamado Lom-

bardía. Al Cáucaso le pasaba otro tanto, interponiéndose entre el Mar Negro y el Caspio, que ocupaban entonces la gran depresión asiática y la parte N. de la América.

Por último, la cordillera del Ural, en vez de servir de límite como vemos hoy á la inmensa masa de tierras europeas y asiáticas, en la época en que adquirió su carácter propio también desempeñaba idénticas funciones, formando por su pendiente más suave las sierras del imperio ruso, ya fuera de las aguas, y representando por las vertientes más rápidas el litoral de la gran depresión por la que comunicaba el mar Polar con el Aral y el Caspio, cuya fauna parece contener aún algunos representantes árticos.

En virtud de estos tan curiosos antecedentes, puede establecerse la siguiente ley general, formulada por el eminente Profesor de Geología antes citado y con cuya amistad me honro: *Toda gran cordillera, en el momento de formarse, ocupa siempre una situación litoral, de la que tan sólo se separa cuando el continente aumenta el territorio por la aparición de nuevos accidentes orográficos, obedeciendo á idéntico principio.* De donde resulta que si hoy los montes escandinavos y los Andes surgen, por decirlo así, de las profundidades del Océano, esto consiste en que dichas cordilleras corresponden á las formaciones más recientes, circunstancia que la Geología no hace más que confirmar.

De manera que bajo el punto de vista de los relieves que pueden llamarse positivos, los dos hechos que la Geografía y la Geología de común acuerdo determinan, son de simetría originaria y situación litoral de la vertiente más rápida.

He dicho.



4.<sup>a</sup>**Sobre las causas de las desigualdades terrestres.**

SEÑORES:

Para completar el estudio de las desigualdades terrestres y poderlas referir á la causa única ó á los diversos agentes que á su formación han concurrido, se hace de todo punto indispensable dar una idea de las grandes depresiones oceánicas, ó en otros términos, de los relieves negativos del globo, con el fin de ver si éstos, como aquéllos, obedecen á la misma ley orogénica ya indicada en la conferencia anterior.

Las grandes profundidades marítimas, ó sean los relieves negativos, líneas de máxima profundidad de los mares, ofrecen una importancia igual, si no mayor, que la de los relieves positivos ó continentales; de consiguiente, su distribución ha de obedecer á principios fijos, pudiendo asegurar que carecería del carácter absoluto que debe tener toda ley natural, si lo que se enuncia en semejante concepto no los comprendiese á todos.

Afortunadamente este estudio que hubiera parecido insuperable á principios del siglo, se ha facilitado tanto en estos últimos tiempos, merced á las exploraciones marítimas realizadas con un fin industrial á la par que científico, que permiten en la actualidad abordarlo de lleno, conociéndose hoy el fondo y los accidentes del interior de los mares, casi con tanta precisión como la superficie de los continentes.

De tal modo es esto exacto, que pasando revista á los diferentes mares sabemos que en el Pacífico meridional las mayores profundidades, lejos de encontrarse en la parte céntrica de aquella inmensa masa de aguas, existen á lo largo de la costa americana, constituyendo á manera de un largo canal en relación con el macizo de los Andes.

La serie tan perfectamente determinada de las islas de la Polinesia, especie de cordillera de montañas en su mayor

parte sumergida, hállase, por decirlo así, limitada por una línea de profundidades que forman su complemento.

Idénticos accidentes se observan en las islas japonesas, que con las kuriles representan otra cordillera en parte emergida, al Este del continente ó de la costa asiática, cordillera cuyo relieve corresponde con las mayores profundidades encontradas en la parte más septentrional del Pacífico, algunas de las cuales alcanzan hasta 8.000 metros.

También en el Atlántico existe una línea de grandes profundidades que alcanzan la muy notoria de 7.000 metros, inmediata á las Antillas, las cuales en rigor representan una serie de relieves positivos, siquiera sólo los vértices, por decirlo así, sobresalen del nivel del mar.

Otro tanto se advierte á lo largo del mar del Norte en la parte correspondiente á la línea de los montes escandinavos.

En el Mediterráneo obsérvase una serie de profundidades que exceden de 3.000 metros al pié mismo de los bajíos que enlazan la Sicilia con el continente africano.

Haciendo extensivos los ejemplos á todos los mares que por brevedad se omiten, y con el auxilio de la Geología, aplicándolo también á los tiempos pasados, lo mismo que á los actuales, se ve que los relieves negativos armonizan perfectamente con los positivos, pudiendo asegurar que aquéllos, ó sean las líneas de las grandes profundidades, corresponden con las de las cordilleras que limitan por regla general las costas de los continentes. De modo que sintetizando todos estos hechos, diremos con Lapparent que *desde el momento en que se acentúa el perfil de una línea de relieve de la superficie del globo, dicho perfil ofrece una línea central muy pendiente, enlazando en sus extremidades con otras dos mucho más débiles ó menos inclinadas*. De estos dos ángulos, el que se dirige hácia el exterior representa la cresta de un relieve montañoso, al paso que el otro forma la arista de una gran depresión marítima. Por tan singular procedimiento bien puede asegurarse que en el momento mismo en que se determina una gran línea litoral, ésta se halla representada por una cordillera más ó menos extensa que da la forma, ó por lo menos origina un continente, y se cor-

## CONFERENCIAS.

229

responde con una línea de grandes profundidades, donde se congregan las aguas. Adviértase de paso que la cordillera puede perfectamente quedar sumergida en totalidad ó en parte, lo cual se observa sobre todo en las islas y en los archipiélagos.

Esta disposición, fielmente reproducida en el dibujo superior de la lámina, pág. 116, parece ser la imagen fiel de lo que teóricamente se comprende deba ocurrir en la cubierta de un cuerpo sobrado ancha para envolverle en toda su extensión, ó como dice Lapparent, como una tela que mal apoyada en un sustentáculo por la disminución de su volumen, se dobla y pliega en diferentes sentidos.

Imaginemos, añade el mismo, que la tierra consta de una costra sólida relativamente delgada, rodeando un núcleo líquido en vías de enfriarse; la contracción de éste producida por el enfriamiento obligará á su cubierta á plegarse, originándose á derecha é izquierda de la línea donde el repliegamiento se produce, accidentes dobles, hijos de la compresión lateral. El resultado de la acción ascendente de estos dos elementos será un pliegue en sentido de elevación, ó una montaña, al paso que el movimiento descendente originará una depresión marina; observándose que según el punto donde estos esfuerzos se producen, y según sea la proporción relativa de las tierras y los mares, así la cordillera podrá surgir del seno de las aguas ó permanecer sumergida en totalidad ó en parte, en el seno del océano donde se formó.

Semejante razonamiento parece conducir á la conclusión lógica del estado fluido ó pastoso ígneo del interior del globo y de la insignificancia de su cubierta exterior.

Supuesto este estado y admitida aquella explicación, claro es que los pliegues de las montañas no hay que buscarlos tan sólo en la cresta ó cima de las cordilleras, sino también en la vertiente más suave, donde deben considerarse como efectos naturales de la repercusión lateral. La observación parece confirmar que en la mayoría de los casos la vertiente continental de las cordilleras presenta una serie de pliegues más y más acentuados, todos asimétricos, mirando la vertiente más fuerte ó áspera del lado marítimo ó litoral.

Un corte, dirigido trasversalmente á la orientación ó rumbo medio de la cordillera del Jura, ó desde el lago de Constanza hasta la Lombardía, pone en evidencia la disposición de los elementos orográficos como escalonados, ofreciendo una serie de estribaciones suaves de una parte, y más ó menos escarpadas de otra, que generalmente suele ser la del S. ó S. E., separados estos accidentes por una depresión, que dilatada con el tiempo por la poderosa influencia de los agentes exteriores, y en especial por el agua líquida y sólida, representa los grandes valles paralelos á la dirección de la cordillera, que se observan lo mismo en el Jura que en los Alpes.

Idénticos accidentes, siquiera menos pronunciados, obsérvanse en los países llanos, en los cuales también existe, por regla general, una vertiente más rápida y otra que lo es menos. De modo que parece como si la ley de los relieves del globo estuviera representada por la falta de simetría, no existiendo, al parecer, una sola cordillera de montañas cuya cresta ó cima se halle en el verdadero centro del macizo, notándose que la relación de uno á dos es la más frecuente entre las proyecciones horizontales de ambas laderas.

La superficie terrestre lleva, pues, impresa, en sentir de este distinguido geólogo, la imagen de una serie de compresiones laterales, cuya representación genuina son las montañas; explicándose de este modo las dislocaciones que con tanta frecuencia ofrecen las capas de los terrenos estratificados ó de sedimento.

Empéñase luégo mi buen amigo Lapparent, en justificar la expresión de levantamiento, empleada por Elie de Beaumont, supuesto que éste consideraba las montañas como pliegues de la costra sólida determinados por la contracción del núcleo terrestre, cuya parte más alta representa las montañas, del mismo modo que la más baja ó deprimida forma las profundidades oceánicas. En este concepto, échase de ver que si en un punto hay depresión, en otro forzosamente ha de existir un levantamiento, ejerciendo una acción de báscula; por consiguiente, en este sentido la expresión es exacta. Pero lo que falta averiguar es si aquel insigne maestro de la Geología con-

temporánea, consideraba el levantamiento como efecto exclusivo de hundimientos, según pretendía Constant Prevost, ó más bien como causa potente, hija del estado particular de la masa ígnea interior. Sin negar en absoluto la intervención que el antiguo profesor de la Escuela central de Minas, en París, daba á la contracción del núcleo interno, la verdad es que hace intervenir como agente poderoso de todas estas manifestaciones de la dinámica terrestre, el estado particular que ofrece la masa ígnea, compuesta de la mezcla confusa de sustancias dotadas de una tensión enorme, por efecto de la presión que sobre ellas ejerce la capa sólida externa.

Supuesto este estado de la pirofera y de su cubierta sólida, según E. de Beaumont y Dufrenoy, su compañero, en la Comisión del mapa geológico de Francia y otros partidarios de su doctrina, cuando la presión disminuye en algún punto del globo, por efecto de la desigual superficie interna de la corteza terrestre, las materias que antes estaban en estado sólido ó líquido, recobran de pronto su estado primitivo, y producen ora un levantamiento, ó una sacudida que trasmítida hasta el exterior, determina un terremoto, ó bien ocasiona la ruptura de todas las capas y la salida del agente, lo cual da origen á lo que aquéllos llamaron cráter de erupción.

En confirmación de lo cual, hé aquí lo que dice E. de Beaumont, en una obra bajo muchos conceptos digna de estudiarse (1):

«Entre las causas internas que determinan cambios terrestres deben incluirse esencialmente las fuerzas expansivas que se desarrollan en los focos volcánicos, las cuales actúan en sentido contrario á la disminución general de volúmen de las masas internas, determinado por el enfriamiento; puede suceder también, que una fuerza expansiva local, como la de un centro volcánico, determine la formación de un pliegue ó de una tuberoidad de la costra sólida exterior.»

A todas estas causas agrega el ilustre maestro los efectos de

---

(1) *Systemes de montagnes.*

la disminución de volumen que muchas rocas experimentan al solidificarse y cristalizar por el enfriamiento, advirtiendo que los efectos de la cristalización no sólo son á veces muy considerables, sino que deben haberse manifestado con anterioridad á los producidos por el enfriamiento.

Después de indicar la imposibilidad de que la costra sólida por efecto de su insignificante espesor, respecto del volumen total del globo, haya estado nunca completamente aislada de la pirofera líquida, añade que esta masa interna no siendo bastante voluminosa para ocupar todo el espacio formado por aquélla, y para sostenerla si hubiera conservado su figura esferoidal regular, que corresponde al máximo de capacidad, se ha ido apartando gradualmente de esta figura, produciendo ligeras abolladuras, lo cual necesariamente había de ocasionar en unos puntos compresiones y en otros *distensiones* más ó menos considerables. Cambiando de longitud las diversas columnas líquidas, por fuerza habría de variar el estado de equilibrio de las fuerzas inmensas que tienden á comunicar al planeta su forma esferoidal. Mientras la deformación producida por esta fuerza permaneció encerrada en muy pequeños límites, la resistencia de la costra sólida pudo contrarrestar todas estas causas de rotura y de aplastamiento; pero desde el momento en que estas causas aumentaron por fuerza su intensidad, y determinaron con el trascurso del tiempo una deformación mayor, por efecto del mismo enfriamiento, sobrevino inevitablemente una rotura. La tendencia de la masa toda á volver á adquirir la forma casi esférica hizo desarrollar un sistema de fuerzas crecientes de un modo lento y paulatino, las cuales concluyeron por reducir la incómoda amplitud de la costra exterior, por una especie de relleno ó de pliegue, cuyo aspecto más simple y en armonía con la figura esferoidal y con el principio de la menor acción ó del menor consumo de fuerza, debe haber sido la de una especie de masa análoga á la que determinan dos meridianos contiguos, dada la forma esferoidal del planeta.

Despréndese, pues, de lo dicho, que sin rechazar en absoluto la acción de las presiones laterales y de los consiguientes

## CONFERENCIAS.

233

hundimientos, que comprimiendo la masa interna la obligan á salir al exterior, haciéndole desempeñar una función tan secundaria como pasiva, la considera más bien como verdadero agente y agente poderoso de todas las manifestaciones orogénicas.

Tal es la teoría que en mi concepto puede explicar así la formación primera de las desigualdades terrestres, como otra multitud de hechos que por interesar más directamente á la Geología que á la Geografía física, dejan de mencionarse.

Y ahora, en vista de la somera exposición que precede, de opiniones en apariencias tan encontradas, y sin embargo perfectamente conciliables á mi modo de ver, ¿podrá prometerse la ciencia geográfica llegar un día á darse cuenta de la orografía terrestre y de las causas que la han determinado?

Si se tratara de remontarnos en alas de la imaginación á la causa única y primera de todos los accidentes del globo, siguiendo la tendencia unitaria de los tiempos que corren, diríamos que todos ellos son hijos de la integración y de la desintegración de las fuerzas físicas terrestres; pero como este procedimiento en rigor no nos conduciría sino á consideraciones generales, poco prácticas y menos ventajosas para el estudio geográfico, habremos de descender al examen de las causas secundarias, que son las que en rigor podemos apreciar mejor, tanto en sí, ó en su esencia, como en sus efectos inmediatos.

Dados todos estos antecedentes ocurre preguntar: ¿bastará por ventura, la acción aislada de cada una de estas diversas causas, para darse razón de tan asombrosa como sorprendente variedad de accidentes terrestres? En mi concepto ni la masa interna activa y potente, ni el enfriamiento y la presión lateral de la costra sólida reaccionando contra aquélla, pueden bastar á resolver satisfactoria y cumplidamente el problema. Tenemos por fuerza que hacer intervenir el concurso de causas cósmicas las unas, terrestres internas y externas las otras, en auxilio de las ya mencionadas. La atracción lunar sobre todo y aun la solar, que tan poderosamente determina el imponente y majestuoso fenómeno de la marea, ejerce sin disputa



alguna una acción eficacísima en todas estas manifestaciones orogénicas, como parece justificarlo la coincidencia notada en la estadística seísmica y volcánica, entre los terremotos y las erupciones y el período de las mayores mareas.

En cuanto á los otros agentes propiamente terrestres, debemos mencionar entre otros, el agua penetrando en el interior hasta lo más recóndito de las rocas y actuando mecánica y químicamente, y la acción del propio elemento terrestre en estado líquido y sólido al exterior, desgastando los terrenos, destruyendo hasta las piedras más duras, y trasportando sus detritus hasta el fondo de los lagos y mares, dando origen á las formaciones de sedimento, cuyas capas gravitando sobre el núcleo interno, han de producir de rechazo con el trascurso del tiempo, la mayor parte de los efectos arriba indicados.

El agua en su circulación interna ejerce funciones tan importantes en la física del globo, y de consiguiente en una de sus principales manifestaciones, esto es, en la orografía terrestre, que en manera alguna puede dejarse en olvido; no sin advertir, empero, que le ayuda poderosamente en su variado y eficaz modo de obrar, la temperatura propia de la pirofera, cuando alcanza en su marcha subterránea grandes profundidades. Esta y otras consideraciones análogas nos obligan á ser muy circunspectos en lo referente á considerar como secundaria la acción de la masa ígnea inferior, aun en el caso de que ésta fuera resultado de reacciones químicas terrestres. Cuando contemplamos, por ejemplo, la imponente masa de serpentina y dioritas del monte más alto de la Península, Sierra Nevada, y vemos todos los elementos componentes de aquellas famosas Alpujarras, pizarras de todas especies y variedades, sirviendo de base á enormes masas de caliza más ó menos problemática, no hundidas contra su cresta ó cima, formando ángulo entrante, ni ondulaciones ó replegamientos, sino más bien levantadas y con regularidad adosadas contra la roca central, nos resistimos á creer que la única misión de ésta haya sido pasiva, apareciendo al exterior, por efecto de la presión que las capas sobrepuestas hayan podido producir. Y la resisten-



cia á admitir de plano semejante pasividad aumenta y sube de punto, al contemplar la serie de operaciones químicas que acompaña á la aparición de aquélla ó aquellas rocas; quimismo terrestre, que dió por resultado la incalculable mineralización que allí puede estudiarse, y en escala inmensa. ¿Qué causa es ésta, pues, que por una parte determina fenómenos tan sorprendentes, y á la cual, sin embargo, se la relega al rango de mero efecto de otro agente, que en rigor pudiera también calificarse casi de negativo, puesto que se reduce al enfriamiento de las capas terrestres? Y no es esto un mero prurito de oponerse á lo que de tal modo va estando en moda, que arrastra hoy á la mayor parte de los geólogos, ni menos debe considerarse como protesta de lo que pasó, contra lo que parece representar el porvenir de la ciencia; no, en manera alguna consiento que se interprete de este modo estrecho y mezquino, un razonamiento que sólo se dirige á buscar la verdad. Mi único fin es evitar exageraciones é injusticias, creyendo firmemente que á la formación de las desigualdades del globo, concurren todos los elementos que representan su propio dinamismo, y hasta la atracción luni-solar, produciendo en el océano de fuego interno esas mareas subterráneas que auxiliadas de la acción eficaz de la misma pirofera, de las presiones laterales, hijas del enfriamiento, y de la admirable química terrestre, pueden explicar satisfactoriamente los anteriores y los actuales relieves de nuestro planeta.

Aplaudamos, pues, los esfuerzos de ingenio y talento, que revelan los curiosos experimentos de éstos, las diligentes pesquisas de aquéllos, los profundos cálculos de los de más allá, ya que todos se encaminan á esclarecer asuntos tan importantes; pero no nos dejemos llevar de la moda, haciendo que por seguir la del enfriamiento de la tierra, olvidemos la acción del fuego, que ayer lo explicaba todo, la del agua, encanto y admiración de la escuela de Freyberg, ni la del quimismo terrestre, ni las acciones mecánicas que en sentir de muchos dan razón cumplida de todo.

Y concluyo, pidiéndoos perdón por haber abusado de vuestra benevolencia, y por el empeño excusado, dada la ilustra-

286

## BOLETÍN DE LA SOCIEDAD GEOGRÁFICA.

ción que os distingue, de persuadiros que para llegar á conocer á fondo la Geografía, se necesita no poca Geología.

He dicho.