

madas por causas secundarias, como dejamos dicho. El globo, despojado de las aguas y de las materias que estas han acarreado, presenta pues en su superficie un esferoide mucho mas irregular de lo que nos parece serlo con esta cubierta. Las grandes cordilleras, sus picos ó puntas, acaso no nos presentan en el dia la mitad de sus alturas efectivas, estando todas asidas por su base á la roca vitrificable que compone el núcleo del globo, y siendo de la misma naturaleza. De ahí es que deben contarse tres especies de cavernas producidas por la naturaleza: las primeras, en virtud de la potencia del fuego primitivo; las segundas, por la accion de las aguas; y las terceras, por la fuerza de los fuegos subterráneos: y todas estas cavernas, diferentes en su origen, pueden distinguirse y reconocerse examinando las materias que contienen ó que las rodean (*).

(*) Véanse las proposiciones censuradas por la Sorbona, y la respuesta del autor, *tomo 1.*

PRUEBAS

DE LA

TEORIA DE LA TIERRA.

ARTICULO XVIII.

DEL EFECTO DE LAS LLUVIAS, DE LOS PANTANOS,
Y DE LAS MADERAS Y AGUAS SUBTERRANEAS.

Ya se dijo que las lluvias y las corrientes que de ellas resultan separan continuamente de la cumbre y del vertiente de las montañas arenas, tierras, cascajos, etc., que conducen á los valles, de donde los rios y los arroyos llevan una parte á otros parajes inferiores, y muchas veces al mar. De este modo se llenan los valles sucesivamente y se elevan poco á poco, y las montañas disminuyen y bajan continuamente, observándose en muchos parajes esta disminucion. José Blancano refiere sobre este asunto varios hechos que eran en su tiempo notoriamente

públicos, y prueban que las montañas se habían bajado, de suerte que se veían aldeas y palacios desde muchos parajes de donde no podían verse antes. En la provincia de Derby, en Inglaterra, no se podía ver en 1572 el campanario de la aldea de Craih desde cierta montaña, por impedirlo la altura de otra montaña interpuesta, la cual se estiende hasta Hopton y Wiskworth; y ochenta ó cien años despues se veía el campanario, y aun parte de la iglesia. El Dr. Plot cita otro ejemplo igual de una montaña entre Sibbertof y Ashby en la provincia de Northampton. Las aguas no solo arrastran las partes mas ligeras de las montañas, como son la tierra, la arena, el cascajo y las piedrecillas ó guijo, sino que tambien hacen rodar grandísimas peñas, lo cual disminuye considerablemente la altura. En general, cuanto mas elevadas son las montañas y mayor su pendiente, tanto mas tajados son sus peñascos. Las montañas mas empinadas del pais de Gales tienen peñas muy tajadas y desnudas, á cuyo pie se ven grandes montones de fragmentos de ellas, separados y acarreados por los hielos y las aguas. Así, no solo son rebajadas por las aguas las montañas de arena y de tierra, sino tambien los peñascos mas duros, arrastrando los fragmentos hasta los valles. En el

de Nantphrancon sucedió, el año de 1685, que parte de un gran peñasco que descansaba sobre una base angosta, habiendo sido esta minada por las aguas, cayó y se rompió en muchos pedazos, con mas de un millar de otras piedras, de las cuales la mayor hizo al bajar una zanja considerable hasta en el llano, por el cual continuó caminando en un pradillo, y atravesando un riachuelo pasó al otro lado, donde paró. A semejantes accidentes debe atribuirse el origen de todas las peñas que ordinariamente se ven esparcidas en los valles cercanos á las montañas. Con motivo de esta observacion debe tenerse presente lo que dejamos dicho en el artículo precedente, y es que estos peñascos y piedras grandes dispersas son mucho mas comunes en los paises cuyas montañas son de arena y de berroqueña, que en aquellos en que las montañas se componen de mármol y greda, por ser la arena que sirve de base al peñasco, un cimiento mucho menos sólido que la greda.

Para dar idea de la cantidad de tierra que las aguas desprenden de las montañas y arrastran á los valles, citaremos un hecho que refiere el Dr. Plot, el cual en su *Historia natural de Stafford* dice haberse encontrado debajo de tierra á veinte y un pies de profundidad, gran

cantidad de monedas acuñadas en tiempo de Eduardo IV, esto es, doscientos años antes; de suerte, que aquel terreno pantanoso se había aumentado cerca de un pie cada once años, ó una pulgada y un dozavo en cada año. También puede hacerse otra observacion semejante en unos árboles enterrados á diez y nueve pies y diez pulgadas de la superficie, bajo los cuales se encontraron medallas de Julio César: de lo cual se infiere que las tierras desprendidas de la cima y faldas de las montañas por las aguas, y conducidas por ellas á las llanuras, aumentan muy considerablemente la elevacion del terreno de las mismas llanuras.

Los cascajos, arenas y tierras que las aguas separan de las montañas y acarrear á los llanos, forman en ellos capas que no deben confundirse con las antiguas y originarias de la tierra: debiendo colocarse en la clase de estas nuevas capas las de toba, piedra blanda, cascajo y arena, cuyos granos son lavados y redondeados, así como las capas de piedra formadas de una especie de sedimento y de incrustacion; pues ninguna de estas capas trae su origen del movimiento y sedimentos de las aguas del mar, respecto de que en estas tobas y piedras blandas é imperfectas se encuentran infinidad de vegetales,

hojas de árboles, conchas terrestres y fluviales, y huesecillos de animales terrestres, y nunca se ven conchas ni otras producciones marinas; lo cual, junto á su poca solidez, prueba evidentemente haberse formado aquellas capas sobre la superficie de la tierra seca, y muy posteriormente á los mármoles y demas piedras que contienen conchas y fueron formadas en otro tiempo dentro del mar. Las tobas y todas las piedras nuevas, cuando se sacan, tienen al parecer alguna solidez y dureza; pero si se quiere hacer uso de ellas, se halla que el aire y las lluvias las disuelven en breve tiempo, y hasta su sustancia difiere tanto de la verdadera piedra, que reducidas á menudas partes se convierten luego en una especie de tierra y lodo. Las estaláctitas y demas concreciones lapideas que Mr. de Tournefort tenia por mármoles que habian vegetado, no son verdaderas piedras, como tampoco lo son las que se han formado por medio de incrustaciones.

Ya hemos hecho ver que las tobas no son de antigua formacion, ni deben colocarse en la clase de piedras. La toba es una materia imperfecta, diferente de la piedra y de la tierra, y derivada de ambas por medio de las aguas de lluvia, así como las incrustaciones lapideas traen su origen

del depósito de las aguas de ciertas fuentes: por consiguiente, las capas de estas materias no son antiguas, ni fueron formadas como las otras por el sedimento de las aguas del mar. También deben ser consideradas como capas de nueva formación las de turba, llamada por los latinos *gleba exsiccata*, *ignaria*, formadas por la acumulación sucesiva de los árboles y demás vegetales alterados, los cuales solo se han conservado por hallarse en tierras bituminosas, que les han impedido corromperse enteramente. En todas estas nuevas capas de toba, de piedra blanca, de piedra formada por los sedimentos, ó de turba, no se ve ninguna producción marina; pero en cambio hay muchos vegetales, huesos de animales terrestres, y conchas terrestres y fluviales, como puede verse en las praderas de Northampton, cerca de Ashby, donde se hallan gran número de conchas de limazas, y otras fluviales, con varias yerbas y plantas, todo bien conservado en la tierra á algunos pies de profundidad, sin verse allí ninguna concha marina (1). Las aguas que corren por la superficie de la tierra han formado todas estas nuevas capas, mudando muchas veces de madre, y esparcién-

(1) Véanse *Trans. phil. abr.*, tomo IV, pág. 271.

dose á todos lados. Parte de estas aguas penetran á lo interior y se filtran por las hendiduras de los peñascos y por entre las piedras; y de esto proviene no encontrarse agua en los países elevados ni en la cumbre de los cerros, por estar ordinariamente todas las eminencias de la tierra compuestas de piedras y peñascos, sobre todo hácia las cimas, y que para hallar agua es forzoso profundizar en el peñasco hasta llegar á la base, esto es, á la greda ó á la tierra firme en que estriban las peñas, pues no se descubre hasta haber penetrado debajo de la piedra, como lo he observado en muchos pozos hechos en parajes elevados; y cuando la altura de los peñascos, esto es, el grueso de la peña que debe barrenarse, es muy considerable, como en los montes altos, en que los peñascos suelen tener mas de mil cien pies de elevación, es imposible hacer pozos en ellos, y por consiguiente hallar agua. También hay terrenos muy vastos que carecen absolutamente de agua, como la Arabia Petrea, que es un desierto donde nunca llueve, cuya superficie está cubierta de arenas ardientes, en que casi no hay tierra vegetal, y en la cual las pocas plantas que se encuentran desfallecen, y los manantiales y pozos son tan raros que solo se cuentan cinco desde el Cairo has-

ta el monte Sinaí, y aun estos de agua salobre y amarga.

Cuando las aguas de la superficie de la tierra no encuentran por donde filtrarse, forman pantanos y lagunas, de las cuales las mas famosas en Europa son las de Moscovia, en las fuentes del Tánaís, y las de Finlandia, en que están los grandes pantanos de Savolax y de Enasak. Tambien las hay en Holanda, en Westfalia y otros muchos países bajos; y en Asia se ven las lagunas del Eufrates, las de Tartaria, y la laguna Meótides: sin embargo, por lo general hay menos en Asia y Africa que en Europa. En cuanto á la América, puede decirse que aquel continente es una laguna continuada en todas sus llanuras; lo cual es mas bien prueba de lo nuevo de aquel país y del corto número de sus habitantes, que de su poca industria.

En Inglaterra hay lagunas muy grandes en la provincia de Lincoln, cerca del mar, el cual ha perdido mucho terreno por una parte, y le ha ganado por otra. En el antiguo se encuentran gran cantidad de árboles debajo de la tierra nueva que han conducido las aguas; y lo mismo sucede en Escocia al embocadero del rio Ness. Cerca de Brujas, en Flándes, ahondando hasta cuarenta y siete ó cincuenta y ocho pies, se ha-

llan gran porcion de árboles, tan inmediatos unos á otros como en un bosque, y tan bien conservados sus troncos, ramas y hojas, que se distinguen fácilmente las diferentes especies de árboles. El terreno en que se encuentran estos árboles era mar quinientos años ha, y antes de aquel tiempo no hay tradicion de que hubiese existido semejante tierra: sin embargo, es necesario que la hubiese en el tiempo en que aquellos árboles crecieron y vegetaron, y que el terreno que en tiempos mas remotos fue tierra firme y llena de bosques, haya sido posteriormente cubierto por las aguas del mar, las cuales se retirarian despues de haber conducido allí una capa de cuarenta y siete ó cincuenta y ocho pies de tierra. Del mismo modo se ha encontrado multitud de árboles subterráneos en Youle, en la provincia de Yorck, doce millas mas abajo de la ciudad y á orillas del rio Humber; siendo algunos tan gruesos, que los moradores usan de ellos para fabricar sus casas, asegurando acaso sin fundamento, que aquella madera es tan durable y de tan buen servicio como la de roble; y tambien suelen hacer de la primera hastillas y palillos largos y delgados, que llevan á vender á las villas y lugares del contorno, donde los habitantes se sirven de ellos para

encender sus pipas. Todos estos árboles parecen rotos, y los troncos están separados de sus raíces, como si la violencia de un huracan ó de una inundacion los hubiese destrozado y arrastrado; y su madera es muy parecida á la del abeto ó pinabete, cuyo olor tiene cuando se quema, reduciéndose á carbon de la misma especie (1). En un pantano de la isla de Man, el cual tiene seis millas de largo y tres de ancho, llamado Curragh, se encuentran árboles subterráneos de la especie de pinabetes, los cuales, sin embargo de estar á veinte y uno ó veinte y tres pies de profundidad, se mantienen firmes, asidos á sus raíces (2); y lo mismo sucede por lo comun en todos los grandes pantanos, en los barrancos, y en la mayor parte de los parajes pantanosos, en las provincias de Sommerset, de Chester, Lancaster y Stafford. Hay ciertos sitios en que debajo de tierra se encuentran árboles cortados, aserrados, labrados á escuadra, y trabajados por hombres, hallándose tambien en ellos destrales y podaderas; y entre Bermingham y Brumley, en la provincia de Lincoln, se ven cerros elevados de arena fina y ligera que

(1) *Trans. phil.*, número 228.

(2) *Ray's Discourses*, página 232.

levantan y trasportan las lluvias y los vientos, dejando descubiertas las raíces de grandes pinabetes, en los cuales la impresion de la hacha está tan fresca como si acabase de hacerse. Estos cerros se habrán formado seguramente como las Dunas, por medio de la arena que el mar condujo y acumuló, en la cual pudieron crecer estos pinabetes, que despues serian cubiertos con otras arenas, conducidas allí como las primeras, por medio de inundaciones ó huracanes. Tambien hay gran cantidad de los mismos árboles subterráneos en los terrenos pantanosos de Holanda, en la Frisia y cerca de Groninga, de donde se saca la turba que se quema en todo aquel pais.

Encuéntanse en la tierra infinitos árboles grandes y pequeños de todas especies, como pinabetes, robles, abedules, ayas, tejos, pirliteiros (son los que producen las majuelas), sauces y fresnos: en los pantanos de Lincoln, á lo largo del rio Ourse, y en la provincia de York en Hatfield-chace, están estos árboles derechos y plantados como se ven en los bosques; los robles son muy duros, y se emplean en los edificios (1), donde sirven por muchos años; y los

(1) *Transact. phil. abr.*, tomo IV, pág. 218, etc.

fresnos son tiernos y se reducen á polvo, igualmente que los sauces : notándose que algunos están labrados á escuadra, otros aserrados, y taladrados otros; que entre ellos suele haber destraes rotos, y hachas cuya figura es semejante á la de los cuchillos de los sacrificios; y que hay también cantidad de avellanas, bellotas y piñas de pinabete. Otros muchos terrenos pantanosos de Inglaterra y de Irlanda están llenos de troncos de árboles, como se observa igualmente en los pantanos de Francia, Italia, Saboya y Suiza (1).

A cuatro millas en contorno de la ciudad de Módena, y en ella misma, en cualquier paraje en que se cave, cuando se llega á la profundidad de setenta y tres pies, si se horada la tierra con un taladro hasta otros seis pies, brota el agua con tanto impetu que el pozo se llena casi hasta la boca en brevisimo tiempo, corriendo esta agua continuamente, sin aumentarse ni disminuirse por sequedad ni por lluvia. Lo mas no-

(1) Dudo mucho de la certeza de este hecho, porque todos los árboles que se sacan de la tierra, á lo menos todos los que he visto, sean robles ó de otras especies, pierden cuando se secan toda la solidez que parecian tener, y nunca deben emplearse en edificios.

table en aquel terreno es que cuando se ha llegado á diez y seis pies de profundidad se encuentran los escombros y ruinas de una ciudad antigua, calles empedradas, pavimentos, casas, diferentes piezas de mosaico, y despues una tierra bastante sólida, que se creeria no haber sido nunca removida á no encontrarse debajo de ella otra tierra húmeda y mezclada de vegetales; á treinta pies, árboles enteros, como son, avellanos con su fruto, y gran cantidad de ramas y hojas de árboles; á treinta y dos pies, una capa de creta blanda, de trece pies de grueso, mezclada de muchas conchas; despues vuelven á encontrarse vegetales, hojas y ramas; y así alternativamente creta y tierra mezclada de vegetales hasta la profundidad de setenta y tres pies, en la cual hay una capa de arena mezclada de cascajo menudo y de conchas, semejantes á las que se ven en las costas del mar de Italia. Estas capas sucesivas de tierra pantanosa y de creta se hallan siempre en el mismo orden, en cualquier paraje que se cave; y á veces el taladro encuentra gruesos troncos de árboles, que es forzoso horadar con mucha fatiga de los trabajadores. Tambien se hallan allí huesos, carbon de piedra, guijarros y pedazos de hierro. Ramazzeni, que refiere estos hechos, cree

que el golfo de Venecia se estendia en otro tiempo hasta mas allá de Módena, y que con el discurso del tiempo los rios y quizá tambien las inundaciones del mar formaron sucesivamente aquel terreno.

No quiero estenderme mas sobre las variedades que se notan en estas capas de nueva formacion, pues me basta haber manifestado que no tienen mas origen que las aguas corrientes ó estancadas que hay en la superficie de la tierra, y que dichas capas nunca son tan duras y sólidas como las antiguas que se formaron debajo las aguas del mar.

Adicion

AL ARTICULO XVIII SOBRE LA SUBVERSION Y DISLOCACION DE ALGUNOS TERRENOS.

Aunque las roturas de las cavernas y la accion de los fuegos subterráneos son las principales causas de las grandes subversiones de la tierra, tambien suelen estas acaecer por causas mas ligeras. La filtracion de las aguas, disolviendo las arcillas en que estriban los peñascos de casi todas las montañas calcáreas, las ha hecho inclinar muchas veces, causando subversiones bastante notables para que debamos poner aquí algunos de estos ejemplos.

«En 1757, dice Mr. Perronet, se entreabrió en muchos parajes parte del terreno situado en la loma antes de llegar al castillo de Croix-Fontaine, y se derrumbó sucesivamente por trozos: el muro que contenia aquel terreno se vino abajo, y fue preciso abrir á mas distancia el camino que habia junto á dicho muro..... Este terreno estribaba sobre una base inclinada de tier-

ra. » Mr. Perronet, que era primer ingeniero de nuestros puentes y calzadas, cita otro suceso de la misma especie acaecido el año de 1733 en Pardines cerca de Isoire en Auvernia, donde un terreno de cerca de novecientas treinta y tres varas de largo y setecientas de ancho se deslizó á un prado harto distante, con las casas, árboles y demas que habia en él; y añade que suelen verse porciones considerables de tierra arrebatadas, ya sea por receptáculos superiores de agua cuyos diques llegan á romperse, ó ya por una repentina licuacion de nieves. En 1757, en la aldea de Guet á diez leguas de Grenoble en el camino de Brianzon, todo el terreno, el cual estaba en cuesta, se deslizó y bajó en un instante hácia el Drac, distante de allí cerca de un tercio de legua; la tierra se hendió en la aldea, y la que resbaló ha quedado siete, nueve y diez pies y medio mas baja de lo que estaba. Este terreno descansaba sobre una peña bastante lisa, é inclinada al horizonte cerca de 40° (1).

A estos ejemplos puedo añadir otro que he tenido sobrado tiempo de examinar, y me ha ocasionado bastante gasto. El cerro aislado en

(1) *Histoire de l'Académie des sciences*, año 1769, página 233 y siguientes.

que están situados el antiguo castillo y la ciudad de Montbard, tiene ciento sesenta y tres pies de elevacion sobre el nivel del rio, y su mayor pendiente mira al nordeste. Dicho cerro está coronado de peñas calcáreas, cuyos bancos componen, entre todos, sesenta y tres pies de grueso, y descansan sobre un macizo de greda, que por consiguiente tiene los cien pies restantes hasta el nivel del rio. Mi jardin, rodeado de muchos terraplenes, está construido en la cumbre del espresado cerro; y una porcion de muro de cincuenta y ocho á sesenta varas de largo, que ceñia parte del último terraplen por el lado del nordeste donde es mayor el declive, se deslizó enteramente recalcando todo el terreno inferior, y hubiera bajado hasta el nivel del terreno inmediato al rio si no se hubiese precavido su movimiento progresivo demoliendo dicho muro, que era de ocho pies de grueso y estaba construido sobre greda. Este movimiento se hizo con gran lentitud, y reconoció evidentemente que solo le ocasionaba la filtracion de las aguas, pues todas las que caen en el terraplen de la cima de dicho cerro, penetran por las hendiduras de las peñas hasta sesenta y tres pies, á cuya profundidad está el macizo de greda que le sirve de base, como se demuestra por dos pozos que hay en

dicho terraplen, los cuales efectivamente tienen sesenta y tres pies de profundidad, y están abiertos en bancos calcáreos. Todas las aguas de lluvia que caen en aquel terraplen y en los adyacentes se congregan, por consiguiente, sobre el macizo de arcilla ó greda á que van á parar las hendiduras perpendiculares de estas peñas, y forman pequeños manantiales en diferentes parajes, como claramente lo indican muchos pozos, todos abundantes y abiertos mas abajo de la corona de peñascos; y en todos los sitios en que se corta con fosos este macizo de arcilla, se ve rezumar el agua y venir de arriba; por lo cual no es de admirar que los muros, por mas sólidos que sean, se deslicen ó resbalen por el primer banco de esta arcilla húmeda si no están contruidos muchos pies mas abajo, como lo he hecho practicar al tiempo de reedificarlos. Sin embargo, sucedió lo mismo por el lado del noroeste de este cerro, donde el declive es mas suave y no se advierten manantiales; pues habiendo sacado arcilla á catorce ó diez y ocho pies de distancia de un muro que tiene doce pies y diez pulgadas de grueso, cuarenta pies y diez pulgadas de alto, y veinte y ocho varas de largo, sin embargo de que dicho muro está contruido de escelentes materiales y subsiste hace mas de

novecientos años, no teniendo la zanja de donde se sacaba la arcilla mas de cuatro á cinco pies de profundidad, causó un movimiento en el citado muro inclinándole diez y siete pulgadas; y no me ha sido posible sostenerle y precaver su caída sino por medio de estribos de ocho á nueve pies de ancho y de igual grueso, cuyos cimientos tienen cuatro varas de profundidad.

De estos hechos particulares he deducido una consecuencia general, de que en el dia no se hará tanto aprecio como se hubiera hecho en los tiempos pasados, y es que no hay palacio ó fortaleza situada sobre eminencias, que no se pueda fácilmente hacer resbalar á la llanura ó valle mediante una simple zanja de once á catorce pies de profundidad y algunas toesas de ancho, practicando esta zanja á corta distancia de las últimas murallas exteriores, y eligiendo para ejecutarla el lado en que la pendiente sea mayor. Este método, que los antiguos no llegaron á imaginar, les hubiera ahorrado muchos arietes y otras máquinas de guerra, y aun actualmente pudiera usarse de él con utilidad en algunos casos. Yo he visto por mis propios ojos cuando se han resbalado estos muros, que si la zanja ó trinchera que se ha hecho para reedificarlos no se hubiera vuelto á llenar prontamen-

te de buena mampostería, los muros antiguos y las dos torres que subsisten todavía en buen estado al cabo de novecientos años, y de las cuales la una tiene ciento cuarenta y cinco pies y diez pulgadas de alto, hubieran ido á parar al valle con los peñascos sobre que están fabricadas igualmente que los muros; y como todas nuestras colinas compuestas de piedras calcáreas se hallan ordinariamente sobre un suelo de arcilla cuyas primeras capas están siempre mas ó menos húmedas con las aguas que se filtran por las hendiduras de las peñas y bajan hasta la primera capa de arcilla, me parece constante que ventilando esta arcilla, esto es, esponiéndola al aire por medio de una zanja, las primeras capas empapadas en las aguas, y toda la mole de los peñascos y del terreno que descansa sobre dicho macizo de arcilla, se deslizaria por encima de la primera capa, y bajaria en pocos dias hasta la zanja, especialmente en tiempo de lluvia. Este medio de demoler una fortaleza es mucho mas sencillo que cuanto se ha practicado hasta ahora; y la esperiencia me ha demostrado que el éxito es seguro.

Adicion del Autor

SOBRE LA TURBA.

A lo que dejo dicho sobre las turbas, pueden añadirse los hechos siguientes :

En las castellanías y distritos de Bergues-San-Winock, Funnes y Burburgo se encuentran á tres ó cuatro pies debajo de tierra, capas de turba que ordinariamente tienen mas de dos pies de grueso, y se componen de maderas podridas, y aun de árboles enteros con sus ramas y hojas, cuyas especies se distinguen, y particularmente de avellanos, los cuales se reconocen en su fruta, que conservan mezclada con diferentes especies de cañas, formando todo esto un cuerpo.

Pero ¿de donde proceden estas capas de turba que se estienden por todo el pais llano de Flándes, desde Brujas hasta el rio Aa, entre las dunas y las tierras altas de los contornos de Bergues, etc.? Es forzoso que en los siglos remotos, cuando la Flándes no era mas que una selva dilatada, alguna inundacion repentina del