

Lo que mas frecuentemente anuncia el terremoto hasta el punto de poder considerarse ya como su comienzo, es ese ruido sordo subterráneo, que oído una vez, no puede confundirse con ningun otro; pero que es difícil tambien compararle con los que estamos acostumbrados á percibir; pues ni las lejanas descargas de artillería, ni el paso de carruajes pesados por calles estrechas y empedradas, ni el lejano redoble de miles de tambores pueden dar idea clara de él. Aunque segun la teoría que expondremos, parece que este ruido subterráneo toma ya parte del terremoto, y en la mayoría de los casos así sucede, sin embargo, en muchos otros

el terremoto sobreviene sin anuncio alguno, como ocurrió en el de Riobamba ya referido, y otras veces el ruido subterráneo se percibe algun tiempo despues del terremoto, como sucedió en Quito ó Ibarra, donde la detonacion percibióse á los 20 minutos despues del terremoto; y en Trujillo, un cuarto de hora despues del temblor de tierra que destruyó la ciudad de Lima el 28 de octubre de 1746.

Sucedre por lo comun á este ruido especial, el verdadero temblor de tierra, palabra que refiriéndose al suelo, lo expresa todo: tiembla la tierra, y el hombre, los animales y la naturaleza entera experimentan un terror indescriptible; el

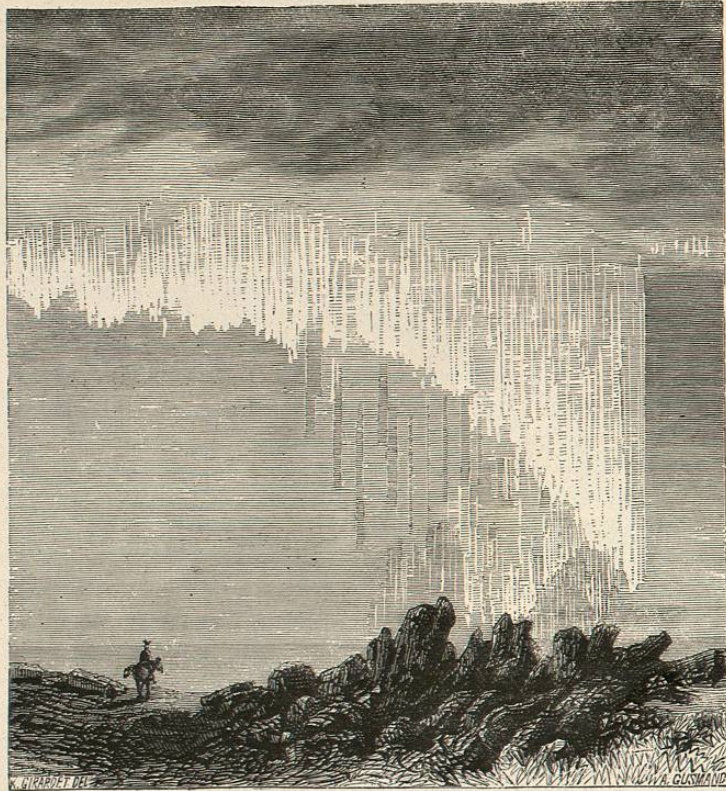


Fig. 12.—Aurora boreal

terreno se cuarteja y agrieta formando grandes hendiduras; ábrense simas ó pozos naturales interrumpiendo la circulación ácuea subterránea; desaparecen montes enteros; derrúmbanse los mas sólidos edificios; y en suma, la comarca que experimenta efectos tan terribles, ofrece la imagen del caos y de la destruccion. No se limitan estos empero á la tierra firme, sino que alcanzan al mar, dejando sentir sus efectos destructores, en las embarcaciones y en las costas, como de ello citaremos varios ejemplos.

Rapidez de los terremotos.—Las sacudidas terrestres en los terremotos, son brevisimas, instantáneas; debiendo atribuir á repeticion del fenómeno, cuando se habla de terremotos que han durado algunos minutos. Las oscilaciones sucedense á veces con brevisimos intervalos; como sucedió por ejemplo en el de 29 de junio de 1873, en el que se experimentaron en Venecia siete movimientos ascendentes y otros tantos en sentido contrario, mediando entre uno y otro un minuto seguido; otras veces se repiten los terremotos con cierto ritmo ó de un modo irregular, durante dias, meses y aun años enteros; debiendo citar el que precedió á la aparicion del Jorullo en México tres meses antes de verificarse la erupcion; y el famoso de Calabria, en el que casi diariamente se experimentaron sacudidas desde 1783 hasta fines de 1786; habiendo contado Pignatore hasta 942 sacudimientos en el

primer año: lo singular es que en algunos terremotos continuán los ruidos subterráneos bastante tiempo despues, como se observó en el ocurrido en el Canton del Valle (Suiza) en 1855, cuyos rumores subterráneos duraron hasta 1862. Estas oscilaciones á veces se circunscriben á regiones limitadas, como suele suceder en los precursores de las erupciones, y en este caso, los terremotos se llaman locales; al paso que otras, ó se experimentan en grandes extensiones de terreno en el mismo momento, como es frecuente á lo largo de la cordillera de los Andes, ó partiendo de un punto, se propagan con rapidez vertiginosa á comarcas sumamente extensas, como se observó en el por tantos conceptos fatal de Lisboa, cuyos efectos se manifestaron en casi toda la Europa, en el Norte de Africa, en la costa americana del Norte, y en varias islas del Atlántico; recibiendo en estos dos últimos casos el terremoto, el nombre de general.

Aun cuando sea muy difícil hacer observaciones exactas, que puedan servir de fundamento á cálculos mas ó menos aproximados, tocante á la velocidad con que se propaga la onda seísmica, sin embargo, Humboldt la estimaba en 4 ó 5 miriámetros por minuto, lo cual equivale á 660 ó 830 metros por segundo; y Carlos Deville asegura que en el terremoto de la Guadalupe ocurrido en 1843, las oscilaciones llegaron á Santa Cruz con una velocidad de 925 metros por segundo,

á Santhomas con una rapidez de 2,566 metros, y á Cayena á razon de 3,788; lo cual daría una velocidad media de 2,426 metros.

Las oscilaciones de los terremotos, parecidas á las ondas sonoras, con las que muy oportunamente las compara el Dr. Young, partiendo de un centro de sacudimiento que casi siempre es un punto circunscrito, y raras veces una línea, pueden ser verticales, horizontales y giratorias ó circulares. Si el punto del primitivo sacudimiento es profundo, y no muy enérgico, las oscilaciones son débiles, y solo se perciben en el fondo de las minas y grietas terrestres, llegando apenas á la superficie; pero si aquel se encuentra mas somero, el movimiento es vertical; obrando en este sentido en los puntos situados encima, haciéndose poco á poco oblicuo y hasta horizontal, á medida que se aparta la onda del punto de impulsión. Por último, si el terremoto arranca de zonas muy profundas é inmediatas á la pirofera terrestre, el movimiento se percibe en sentido vertical en toda la comarca afligida por tan espantoso fenómeno. Ahora bien, es por desgracia sobrado frecuente el que todos estos movimientos se compliquen entrecruzándose y dando origen al movimiento circular ó de torbellino, el mas terrible de todos, como resultante de muchas conmociones simultáneas partiendo de centros distintos y colocados en profundidades y distancias desiguales. Un ejemplo notable de esta última clase de movimiento, lo ofrecen dos pirámides existentes en el convento de San Bruno, en las cuales, despues del terremoto de Calabria, observóse que de las tres piedras de que se componian, la inferior habia sido dislocada, y la media y superior habian dado un cuarto de conversion sobre las que les servian de base.

Seismómetro.—Así se llama el aparato inventado para apreciar la direccion de las oscilaciones en los terremotos; el cual consiste en una vasija en la que se coloca mercurio, hasta enrasar con unos agujeros orientados perfectamente á los cuatro puntos cardinales del horizonte, en el punto donde se sitúa, yendo á parar el mercurio que se derrama por efecto de la ondulacion, en unos pequeños recipientes situados debajo de cada agujero.

Estaciones mas propicias á los terremotos.—Respecto á la estación en que estos se presentan con mas frecuencia, aunque en rigor puede decirse que en todas se experimentan, sin embargo, segun resulta de las repetidas y asiduas observaciones de varios geólogos, y en particular del Sr. Perrey, de Dijon, resumidas en los cuadros adjuntos, son mas frecuentes en el invierno y el otoño y en los equinoccios y solsticios. Mas adelante veremos las consecuencias que de estos datos deduce tan eminente físico.

CUADRO DE LOS TERREMOTOS OCURRIDOS EN TODO EL GLOBO

AÑOS	Enero.....	Febrero.....	Marzo.....	Abril.....	Mayo.....	Junio.....	Julio.....	Agosto.....	Setiembre.....	Octubre.....	Noviembre.....	Diciembre.....	TOTAL
1844.....	10	9	9	7	7	9	7	8	5	3	4	8	86
1845.....	11	6	5	5	6	3	6	6	9	11	6	11	85
1846.....	7	5	10	3	4	4	6	10	5	7	8	8	77
1847.....	5	4	9	6	2	2	6	9	4	10	5	4	66
	33	24	33	21	19	18	25	33	23	31	23	31	314
	INVIER.			PRIMAV.			VERANO			OTOÑO			
	90			58			81			85			

TERREMOTOS EXPERIMENTADOS EN LAS CUENCAS

MESES	Rhin	Francia y Bélgica	Ródano	Danubio
Diciembre y enero (solsticio de invierno).....	133	161	50	57
Marzo y abril (equinoccio de primavera)....	81	108	26	30
Junio y julio (solsticio de verano).....	65	83	20	45
Setiembre y octubre (equinoccio de otoño)	72	98	32	39
TOTAL.....	351	450	128	171

Son tantas las observaciones recogidas por este diligente geólogo de Dijon, que no solo ha logrado formar con ellas una importantísima estadística, sino tambien una ciencia nueva llamada Seísmica, rama desprendida de la Geología, y que está llamada á prestar grandes servicios á la física terrestre.

Entre los fenómenos meteorológicos que preceden y acompañan á los terremotos, y cuya relacion con estos hasta el presente no ha sido fácil explicar, figura en primera línea la lluvia, á veces torrencial, originando verdaderas inundaciones; siendo tan frecuentes, sobre todo en la América del Sur, que sus habitantes las reciben como compensacion de los estragos que aquellos ocasionan. Sin embargo y aunque la lluvia suele preceder á veces, no debe en mi concepto considerarse como causa eficiente de los terremotos, que segun veremos hay que buscarla en la actividad propia del globo; siendo aquella mas bien efecto de los trastornos atmosféricos que estas operaciones naturales determinan.

Tampoco es raro observar la aparicion de bólidos ó globos de fuego en la atmósfera, como entre otros casos refiere el Dr. Pilla el que acompañó al terremoto ocurrido en Toscana en 1846; Sarti y Soldani citan otros en Italia; y las auroras boreales, en los países del Norte, segun se observó en el terremoto ocurrido en Noruega el 24 de mayo de 1847. Como ejemplo de este curioso fenómeno, debido segun se cree á la accion electro-magnética terrestre y enlazado tal vez con los terremotos, véase la figura 12.

Explicacion del fenómeno.—Sin perjuicio de entrar en mayores detalles al estudiar las causas del volcanismo, importa consignar aquí, que la explicacion mas sencilla de los terremotos es la del Dr. Young, quien los compara á una onda sonora producida por un choque en cualquier punto del interior de la costra sólida del globo, propagándose con la misma rapidez que el sonido, de capa en capa hasta la superficie, la cual experimenta todos sus efectos, por no tener ya otro cuerpo sólido á quien transmitir el impulso recibido. Para mejor comprender esto, hay que recordar que, segun enseña la Física, los cuerpos sólidos tales como las maderas, los metales y las piedras, son tan buenos conductores del sonido que transmiten mucho mas pronto que el aire y los gases las ondas sonoras; como fácilmente puede uno convencerse colocando al extremo de una larga viga un reloj de bolsillo, y aplicando el oído al otro extremo, donde se percibe perfectamente, cuando á través del aire no se oye nada. En confirmacion de lo cual refiere Humboldt que en Caracas, en las llanuras de Calabazo, y en las llanuras del rio Apure, afluente del Orinoco, es decir, en una extension de 1,300 miriámetros cuadrados, oyóse una espantosa detonacion en el momento en que un torrente de lava salía del

volcan San Vicente á una distancia de 120 miriámetros, lo cual es como si las erupciones del Vesubio se oyeran en Paris. De esta ingeniosa teoría, fácilmente se desprende que el ruido sordo subterráneo que casi siempre precede al terremoto, puede considerarse como el sonido determinado por el primer choque trasmitido por los materiales terrestres hasta la superficie; la cual, no pudiendo ya comunicar la oscilación á otros cuerpos sólidos, y si solo á la atmósfera, es la que experimenta sus terribles efectos, como sucede con la última bola de billar, que es la que mas se aparta del sitio que ocupa por el movimiento que recibe de las otras.

Reseñemos ahora, en breves frases, los principales efectos físicos de los terremotos, para lo cual será muy conveniente considerarlos primero en las aguas, y luego en las tierras.

En las aguas que circulan por los continentes, aunque no tanto como en estos, déjense sentir los efectos de los terremotos; en unos puntos desaparecen ó disminuyen considerablemente los manantiales, y hasta pierden ó cambian sus propiedades las aguas minerales; los arroyos suelen desviarse de su curso y hasta desaparecer su caudal en las grietas que el terremoto abre; otras se depositan en depresiones producidas por el terremoto mismo, formando lagos á expensas de otros que se desecan. En el terremoto ocurrido en febrero de 1855 en Brusa, todas las fuentes termales, y algunas que no lo eran, desaparecieron durante seis días; en otros sacudimientos experimentados en abril se agotaron los manantiales comunes, aumentando el caudal de los termales, apareciendo aguas calientes, aunque su duración no fué larga; hasta en los pozos artesianos déjense sentir estos efectos, enturbiándose á veces las aguas, como se ha observado recientemente en el de Passy, ó alterándose el caudal y á veces hasta la temperatura.

En los mares, los efectos, aunque menores que en los continentes, son mas considerables que en las aguas que circulan por estos: los buques experimentan á veces fuertes sacudidas; agítanse las aguas levantando inmensas olas, que retirándose primero de la costa, vuelven despues furiosas contra ella, destruyéndolo todo. Muchos casos pudieran citarse en confirmación de lo que acabamos de indicar, pero el mas notable entre todos es el ocurrido en la famosa roca Scyla, en el terremoto de Calabria, donde desprendiéndose primero enormes peñascos de la escarpada ribera, redujeron á ruinas muchas casas de campo llamadas villas, con sus hermosos jardines.

Despues de la sacudida del 5 de febrero, que se sintió á eso de la una de la tarde, el príncipe de Scyla aconsejó á muchos de sus vasallos que abandonasen la ribera y se refugiaron en las barcas pescadoras á fin de evitar un nuevo desastre, y él mismo se trasladó á una sin la menor desconfianza; pero á eso de la media noche y cuando una parte de los habitantes dormía tranquilamente en el fondo de aquellas, experimentóse una nueva sacudida, desprendiéndose algunas rocas, y poco despues las olas, que se habian elevado á seis metros de altura, se precipitaron furiosas sobre la orilla arrastrando cuanto encontraron delante, y retirándose por breves momentos para volver luego con mas violencia. Todas las barcas se fueron á pique ó se estrellaron contra la costa, y aun se encontraron algunas en el interior de las tierras. El anciano príncipe de Scyla pereció con 1,430 calabreses. En el terremoto ocurrido en Lisboa en 1.º de noviembre de 1755, las aguas retiráronse primero, y luego, elevándose á muchos metros de altura, volvieron contra la ciudad, en la que causaron grandes destrozos: en la costa de España, en Cádiz, se elevaron las aguas mas de 20 metros; en Irlanda, en el puerto de Kinsale, varios buques fueron lanzados á la plaza del mercado; en Inglaterra y

Escocia, los lagos y los rios se agitaron de un modo extraordinario; las corrientes termales de Toeplitz se retiraron y volvieron despues coloreadas por sales ferruginosas inundando la ciudad; en Tánger se agitó el mar tan extraordinariamente que franqueó diez veces consecutivas sus ordinarios límites; en la isla de Madera se elevó el Océano 18 metros sobre su nivel; y por último, en las pequeñas Antillas, donde la marea no excede de 0,75, despues de tomar el agua el color de la tinta, se elevó á 7 metros.

Pero donde verdaderamente son horribles los estragos causados por los terremotos, es en los continentes; observándose que unas veces son transitorios y otras permanentes. Entre estos últimos debemos citar el levantamiento en masa en 1822 de la costa de Chile, en la extensión de mas de 100 leguas, llegando en Valparaíso á un metro, y en otros puntos á 1,30 la diferencia de nivel. En 1855 la costa de Nueva Zelanda sufrió tambien un levantamiento parcial, llegando en algunos puntos hasta tres metros. El grupo volcánico de Santorino en Grecia ofrece tambien ejemplos muy notables de separación de islas, hundimiento de tierras y aparición de otras nuevas. El 19 de junio de 1819 un terremoto ocurrido en el Delta del Indo, destruyó la ciudad de Bondij y sumergió en el mar una superficie de 242 leguas cuadradas, con la población y fuerte de Sindré, del cual solo un torreón atestigua su existencia.

En el ya citado terremoto de Calabria ocurrieron tambien movimientos y accidentes del suelo verdaderamente notables: junto al pueblo de Rosarno abriéronse cavidades circulares semejantes á pozos, que aparecian algunas veces llenas de agua hasta la profundidad de seis metros; pero con mas frecuencia llenas de arena.

Cerca de otro pueblo llamado Soriano, abrióse una grieta de mas de un metro de anchura y medio kilómetro de largo, y otra parecida cerca de Polistena. En Jerocarne agrietóse el terreno á la manera de un cristal roto por una piedra ó proyectil (fig. 13). En Casalnovo hundiéronse los terrenos, abriéndose en los que conservaban su nivel grandes grietas de un metro de ancho y de una extensión considerable. Por último y para no cansar demasiado al lector, citaremos el abismo que se abrió á una legua de Óppido, en el que desapareció el pueblo de Castellace, segun se ve en la fig. 14.

En cuanto á las ruinas ocasionadas en los edificios son innumerables; no resistiendo á tan terribles sacudidas las obras mas sólidamente construidas.

Regiones afectas á los terremotos.—Es tal el enlace que existe entre las diversas manifestaciones volcánicas, que los terremotos son tanto mas frecuentes cuanto mayor es el número de volcanes, sobre todo en actividad. Notables ejemplos de ello tenemos en la península, donde forma contraste la rareza de estos fenómenos en la parte central de ambas Castillas, con la frecuente repetición en la costa este y sudeste y en especial en Orihuela y Murcia, efecto de la proximidad de los volcanes de cabo de Gata y de las islas Columbretes. Grecia, Italia y el sur de América, pueden citarse tambien como regiones predilectas.

Distribución de los volcanes.—Los volcanes, como los terremotos, ó por lo menos las comarcas en que con mas insistencia se experimentan, pueden dividirse en las regiones siguientes:

Primera. Del Pacífico, que se extiende desde las costas de Chile, siguiendo los Andes, el Kamtschatka, hasta el Japon y Filipinas. Cuéntanse en ella mas de 200 volcanes y entre ellos los mayores conocidos: los terremotos suelen ser terribles.

Segunda. La Mexicana y de las Antillas, corta á la anterior en ángulo casi recto; figuran entre los volcanes mas no-

tables el Jorullo y el Popocatepetl, este de 5,400 metros de altura; tampoco son raros los terremotos.

Tercera. La de Islandia y Groenlandia, entre cuyos primeros se observan los famosos géiseres.

Cuarta. La Atlántica, que comprende 18 ó 20 grupos de volcanes insulares, como los de Madera, Canarias, Fernando Póo, Annobon, Santa Elena.

Quinta. La Mediterránea, en la que figuran el Etna, Stromboli y el Vesubio, las islas de Santorino en Grecia, los volcanes del mar Muerto, y tambien los de nuestro litoral,

siquiera estos pertenezcan al grupo de apagados; los terremotos son frecuentes.

Sexta. Africana: en el centro de Africa, en la cordillera Camerum á 4º 12' latitud Norte, existe el volcan llamado Mongomaleba, que parece estuvo en erupción el año 1838; hállase situado en una falla, que sigue la dirección de las islas de Fernando Póo y Annobon, tambien volcánicas.

Séptima. Asiática, en la que se encuentran volcanes situados á poniente y en el centro de Asia, y algunos en el Celeste Imperio dieron pruebas de su actividad en tiempos



Fig. 13.—Grieta cerca de Jerocarne

recientes, los cuales por su distancia al mar del Japon, que es el mas próximo (doscientas cincuenta leguas) bien pueden considerarse como esencialmente continentales.

Completarán estas consideraciones generales acerca de los volcanes, los siguientes cuadros de Humboldt:

NÚMERO Y DISTRIBUCION DE LOS VOLCANES ACTIVOS EN EL GLOBO SEGUN HUMBOLDT (1)

I.	Europa	7	4
II.	Islas del Océano Atlántico	14	8
III.	Africa	3	1
IV.	Asia continental	11	6
V.	Asia continental	14	9
VI.	Asia continental	69	54
VII.	Islas del Asia oriental	120	56
VIII.	Islas del Asia meridional	9	5
IX.	Océano Indico	40	26
	Mar del Sur	24	13
	América con	14	3
	Chile	18	10
	Perú y Bolivia	29	18
	Quito y Nueva Granada	6	4
	América central	24	5
	México al S. del río Gila	5	3
	Parte N. O. de la América al N. del río Gila		
X.	Antillas	5	3
	Total	407	225

(1) Los números de primera fila se refieren á los volcanes de actividad histórica, por decirlo así; mientras los de la segunda indican los que han hecho erupción en el siglo actual ó en la última mitad del anterior.

CUADRO IPSOMÉTRICO DE LOS VOLCANES

Isla Cosima (Japon)	250 metros
Gunung Api (Montaña de fuego)	593 »
Stromboli (Sicilia)	661 »
Epomeo (Isquia)	765 »
Vulcano	800 »
Vesubio	1,184 »
Jorullo (México)	1,202 »
Puy de Dome (Francia)	1,477 »
Hecla (Islandia)	1,557 »
Cantal (Francia)	1,857 »
Mont Dore (idem)	1,895 »
Gedè (Java)	2,766 »
Kamtschatskaja	3,000 »
Etna (Sicilia)	3,321 »
Pico de Teide (Tenerife)	3,800 »
Puracé (Nueva Granada)	4,600 »
Pichincha (Quito)	4,700 »
Popocatepetl	5,400 »
Arequipa	5,600 »
Cotopaxi	5,753 »
Antisana	5,833 »
Sahama	6,825 »

V.—OSCILACIONES DE LOS CONTINENTES

En contraposición á los movimientos bruscos é instantáneos, se presentan las oscilaciones lentas y seculares que experimentan los continentes, y en especial las costas. La del Báltico fué la primera en que se notó este hecho singular indicado por Celsio y confirmado por la Academia de Upsal, en el puerto de Vassa, hácia el año 1742. En estos y otros datos, recogidos por sí mismo, se fundaba Linneo para establecer como principio que la costa de Suecia descendía un pié próximamente por siglo. Ciento veintisiete años despues, es decir en 1869, un modesto profesor de Istad (Escania), el