

INFLUENCIA DEL SOL EN LA FRECUENCIA DE LOS TERREMOTOS

P. LUIS RODES, S. J.

Director del Observatorio del Ebro (España) hasta 1939—Miembro correspondiente de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales - Bogotá

ESTADÍSTICAS HOMÓGENEAS—Es evidente que, para hallar la correlación entre un fenómeno terrestre y una causa extraplanetaria, lo primero que se necesita es una larga serie de observaciones homogéneas que sirvan de base al estudio. Así, por ejemplo, limitándonos al caso de los terremotos, si el número de estaciones sísmicas, distribuidas a lo largo de la superficie del globo, ha ido aumentando de año en año, o los sismógrafos han ido perfeccionándose, adquiriendo sensibilidad mayor, es natural que el total de sacudidas registradas aumente también en la misma proporción, aun cuando, de hecho, pueda haber disminuido su número real. Ciertamente que de disponer de una serie de observaciones suficientemente larga, aparecería, superpuesta al aumento progresivo, cualquier fluctuación real de carácter periódico en la frecuencia de los terremotos; pero como las estadísticas completas abarcan unos cuantos lustros tan sólo y el período de la actividad solar es de unos once años, no cabe duda de que, si aquellas no son homogéneas, una disminución real en la actividad sísmica, podría ser compensada por una mayor sensibilidad de los aparatos, o por una distribución más densa de los mismos en las regiones de exploración. Creemos que nuestra estación del Ebro ofrece en este punto las máximas garantías si se tiene en cuenta que:

1º Los terremotos, en número de 2.645, han sido registrados por un mismo sismógrafo, tipo Mainka-Ebro (1), sin que durante el período de 24 años (1914-1937), a que se extienden nuestras estadísticas, hayan cambiado en nada ni las condiciones de instalación ni sus características de sensibilidad y aumento.

2º Los sismogramas han sido leídos por el mismo observador (2) durante todo el período indicado, y sin prejuicio alguno posible que pueda viciar los resultados, ya que las lecturas fueron hechas diariamente con toda independencia del fin que nos proponemos en este trabajo.

Otra ventaja para nuestras estadísticas, proviene del emplazamiento mismo de nuestra estación, que se halla suficientemente alejada de toda región sísmica, cuya actividad local podría ejercer efecto preponderante en el número de terremotos registrados y desfigurar así los resultados de un carácter más universal. Es seguro que si comparamos los datos

(1) Las características son: $M = 1500,9 \text{ K.}$; $T_0 = 14,8 \text{ s.}$; $V = 200.$

(2) D. José Blanch Blanch, a quien me complazco en expresar aquí mi gratitud por la fidelidad de sus medidas y por la ayuda prestada al autor en la preparación de este trabajo.

de diferentes estaciones, el año de máxima o mínima frecuencia de terremotos será diferente según se base nuestra curva en los registros del Japón o de los Andes o del Vesubio. ¿A cuál daremos preferencia en una estadística de carácter mundial, hecha con miras a poner de relieve el influjo de una causa extraplanetaria, si es que la hay? Un promedio basado en los datos de todas las estaciones constituye, desde luego, una buena solución; pero fuera de la dificultad arriba apuntada sobre el continuo progreso en el número y sensibilidad de los sismógrafos, en una estadística general pueden siempre intervenir factores de carácter subjetivo, que no presentan las garantías de uniformidad y constancia propias de los datos recogidos por un solo aparato en una misma estación, y que constituyen, por lo mismo, cual la nuestra, una estadística seleccionada y rigurosamente objetiva sobre el conjunto de la actividad sísmica en toda la tierra.

PERIODO SECULAR—Los datos relativos al período de 24 años, 1914-1937, vienen dados en la curva (fig. 1ª). Desde luego se observa que la frecuencia de los terremotos no guarda relación alguna con la curva de actividad solar (Ebro-Rodés: flocculi relacionados con manchas), que sigue un curso del todo independiente en los dos ciclos completos comprendidos dentro del período estudiado. Esta conclusión no por ser negativa, es de menor valor científico, y quita todo fundamento a la pretendida relación que han querido hallar algunos entre las manchas solares y los terremotos. En particular la notable baja en la frecuencia de los terremotos precisamente el año 1937 en que el sol presentó algunas de las manchas más conspicuas que se hayan registrado jamás en su superficie, y el curso inverso durante el máximo de actividad del anterior ciclo en 1927-1928, es argumento suficiente para renunciar del todo a una investigación en este sentido.

Lo que más resalta en la curva es la gran amplitud de la variación, con mínimos, que para los últimos cuatro años arrojan un promedio de 72 temblores por año, y máximos, como el de los cuatro años 1926-1929, que alcanzan un valor hasta 100% superior.

También descuellan tres o cuatro máximos secundarios a un intervalo de cinco años; pero ni su forma es del todo definida ni el período de tiempo abarcado por las estadísticas es suficientemente largo para darles un significado real; tampoco ofrece la Astronomía un período adecuado que pueda darle base.

PERIODO ANUAL—Si nuestras estadísticas no dejan entrever ningún período de carácter secular, muestran un cambio muy definido el período anual en la frecuencia de terremotos, con un mínimo de 495

al del sol, debería ejercer una acción preponderante, contra lo que demuestran los hechos.

El efecto ha de ser, pues, de naturaleza térmica y debido a los cambios de intensidad en la radiación

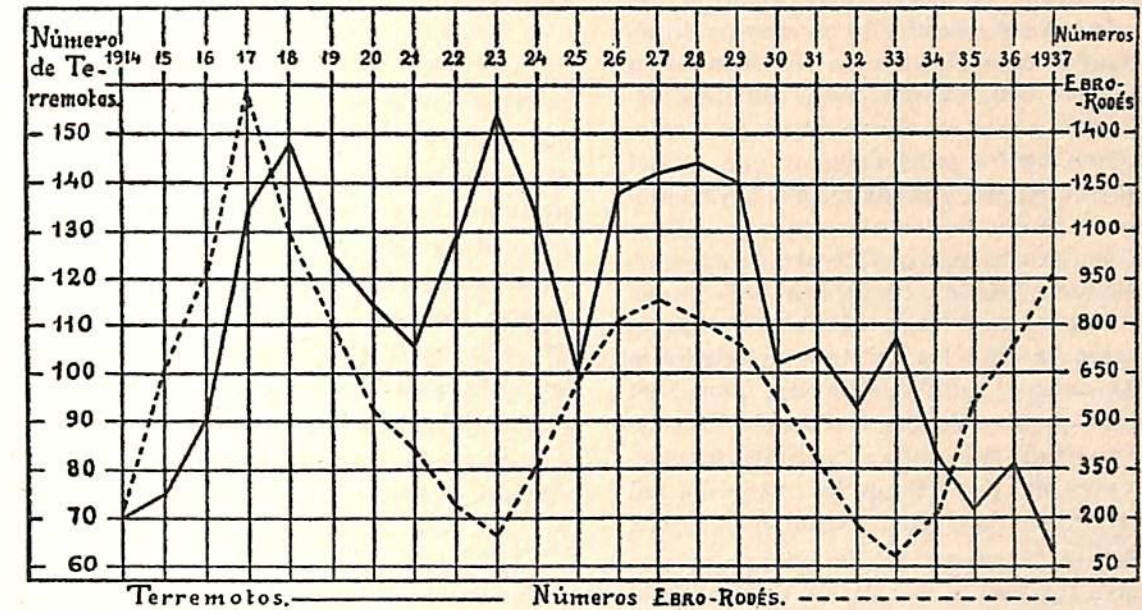


Figura 1a.

durante los tres meses de invierno: Diciembre, Enero y Febrero; contra un máximo de 817 en los tres meses de verano: Junio, Julio y Agosto; el exceso es de un 65%, y basta ver la forma de la curva para cerciorarse de su carácter real (fig. 2ª). Procediendo de cinco en cinco años, el paralelismo con el curso

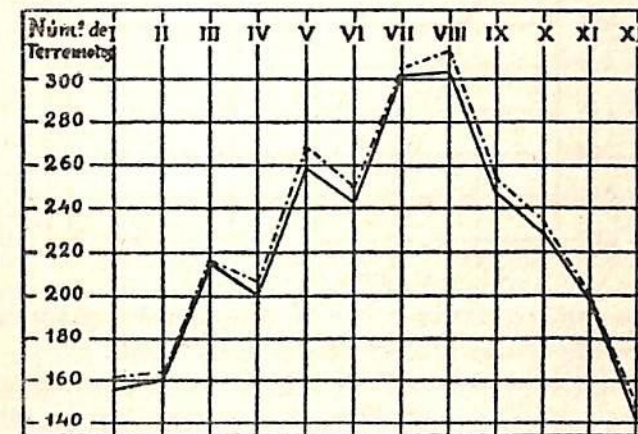


Figura 2a.

anual de la temperatura se va acentuando en cada uno de los grupos y para el período total de 24 años, la correlación entre ambas curvas resulta del todo manifiesta.

Tenemos, pues, el hecho plenamente establecido de que un sismógrafo aislado de todo centro local de perturbación registra mayor número de temblores, en los meses de verano para el hemisferio norte que no en los meses de invierno; esto prueba la influencia directa o indirecta del sol en la causa productora de los terremotos. ¿Es este influjo de carácter gravitatorio o de carácter térmico? Sin ningún género de duda nos decidimos por lo segundo, ya que si fuese efecto de las variaciones de la fuerza de atracción, o sea un efecto de marea, la luna, cuyo influjo excede en intensidad, más de dos veces,

solar recibida por la superficie terrestre. Es cierto que la variación anual de la temperatura desaparece del todo a unos 25 o 30 metros de profundidad, pero no puede afirmarse lo mismo de las presiones y tensiones originadas por la dilatación y contracción de las capas superficiales, expuestas a cambios duraderos de temperatura que pueden alcanzar varias decenas de grados; tales presiones y tensiones, que no pueden menos de producirse en una corteza sólida compuesta de materiales cuyo volumen es función de la temperatura, si bien consideradas en sí mismas y por unidad de superficie, son imperceptibles e insignificantes, pueden no obstante alcanzar valores enormes cuando se trata de grandes extensiones insulares o continentales.

Son además perfectamente conocidos los tipos de microsismos debidos a cambios de temperatura y ciertamente no vemos la razón por que, según han querido varios autores, una causa capaz de poner en vibración estable y duradera regiones de gran extensión superficial no puede actuar asimismo como determinante para que entren en juego otras causas de mayor potencia provocadoras del terremoto en capas más profundas de la corteza terrestre. No se trata de que el calor sea la causa adecuada del terremoto, sino una causa meramente *provocativa*, como lo es la percusión del pistón en la velocidad adquirida por la bala de cañón; el estrato geológico en equilibrio inestable, o sus tensiones internas en las cercanías del valor límite de resistencia, estaban ya latentes en la región hipocéntrica del terremoto y éste no necesitaba más que un estimulante, para ser producido, cual *trigger effect*, efecto-gatillo, de los cambios de temperatura en las capas superficiales y su repercusión mecánica en otras más profundas con las cuales están solidariamente unidas. Tampoco sostenemos que el efecto térmico intervenga en todos los terremotos,

sino sólo en algunos, los suficientes para explicar los hechos puestos de relieve por nuestras estadísticas.

La mayor frecuencia absoluta de terremotos en los meses de verano con declinación positiva del sol, queda perfectamente explicada en nuestra hipótesis, por la mayor extensión de los continentes en el hemisferio norte con relación a los del hemisferio sud; es evidente que siendo la capacidad calorífica de los continentes mucho menor que la del agua, están, por lo mismo, más expuestos a los cambios de temperatura que no los mares que se calientan y enfrían con mucha mayor dificultad; además, por el hecho de estar flúidos, las dilataciones y contracciones originadas por los cambios de temperatura no producen en ellos las presiones y tensiones propias de los cuerpos sólidos. Resulta, pues, del todo congruente que la máxima frecuencia de temblores en la superficie del globo se registre precisamente en la época del año en que los rayos del sol actúan con más intensidad sobre el hemisferio norte.

Hemos dicho en la superficie del globo, ya que para un registro limitado a una región determinada o integrada con un predominio de datos provenientes de la misma, la influencia del factor local en los cambios de temperatura puede invertir los resultados; así en nada se opondría a nuestra tesis el que las estadísticas de alguna estación sísmica situada, por ejemplo, en la vertiente de los Andes, y en la que figurasen todas las sacudidas de carácter local, presentasen un máximo en los meses correspondientes al invierno del hemisferio norte, pero que son los de máximo calentamiento de dicha cordillera en el hemisferio sud; de ahí la ventaja que, como dijimos, representa un sismógrafo suficientemente alejado de todo foco perturbador, para que sus datos puedan considerarse como imparcialmente recogidos y reflejo de la actividad sísmica de toda la tierra.

PERIODO DIURNO—Es también muy marcado y constituye un argumento en favor del efecto térmico. Las curvas de las figuras 3ª y 4ª muestran el número de terremotos registrados por nuestro aparato en cada una de las horas del día, la una por separado y la otra tomadas de cuatro en cuatro, durante un período de 24 años; el valor máximo, 552, para las cuatro horas desde las 19 hasta las 23 h., supera en

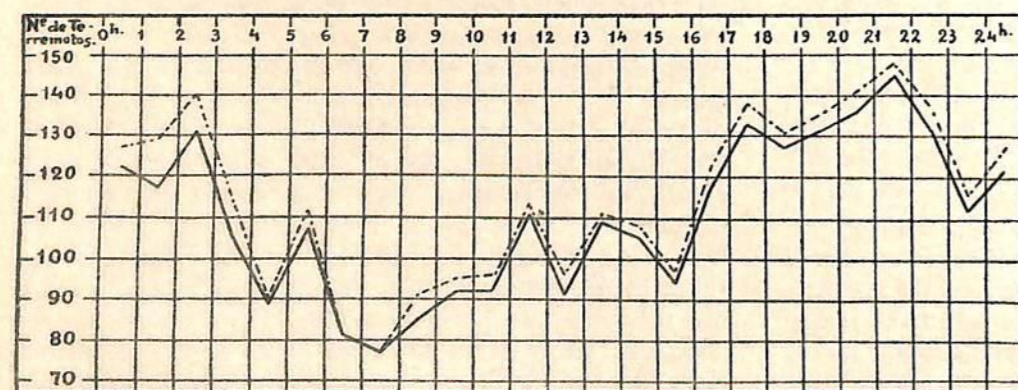


Figura 3a.

64% el valor mínimo 330 registrado desde las 6 h. hasta las 10 h. Dado el elevado número de terremotos que han intervenido en la estadística, 2.645, y la amplitud de la onda, queda patente que el resultado no puede atribuirse a la casualidad, sino que reconoce una causa real, y ésta no puede ser otra que la rotación de la tierra con respecto del sol.

Si la corteza terrestre fuese homogénea en toda su extensión, y por consiguiente la acción del sol uniforme a lo largo de la superficie del planeta, el período diurno no se podría manifestar, como tampoco el anual; pero así como el predominio de los continentes en el hemisferio norte, es causa de una mayor frecuencia de terremotos durante la mitad del año en que la declinación del sol es positiva, así la existencia de regiones de mayor actividad sísmica alternando con otras inactivas como los mares, a lo largo de un mismo paralelo, da origen a la variación diurna, que corresponde a las diversas regiones que, arrastradas por la rotación del planeta, van recibiendo la influencia del calor solar.

Basta una mirada a la esfera terrestre para darse cuenta de que durante la mitad del período diurno, de 17 h. a 4 h., en que la frecuencia sísmica es más elevada, pasan sucesivamente por delante del sol la gran Cordillera de los Andes, las Montañas Rocosas y la Sierra Nevada, las islas Aleutinas, Hawai y otras islas del Pacífico, las Kuriles, el Japón, Nueva Guinea, Filipinas, y la costa oriental de China, es decir la gran mayoría de las zonas sísmicas del globo; mientras que durante la otra mitad, de 4 h. a 17 h., pasan por delante del sol el Continente asiático y el europeo, el Océano Índico, el gran Continente africano, el Océano Atlántico y la región oriental de la América del Sud, don-

de los focos de actividad son menos numerosos y de menor extensión e importancia (1). Los resultados, pues, de nuestras estadísticas, corresponden en todo a las previsiones que podía adelantar nuestra hipótesis sobre el influjo del calor solar en la causa determinante de los terremotos.

Aun podemos confirmar nuestras conclusiones con el resultado de otra estadística de carácter local que servirá al mismo tiempo para aclarar y evitar alguna confusión que pueda introducirse en una investigación de este carácter. Al limitar nuestras entradas a aquellos terremotos cuyo epicentro dista del Observatorio menos de mil kilómetros, encontramos un máximo de 80 entre 15 y 18 horas, poco después de la temperatura máxima local, y un mínimo de 43 entre 5 y 8 horas que corresponde a la temperatura mínima; es decir que la frecuencia máxima que, para los terremotos de todo el globo, se registra entre 19 h. y 23 h., se ha corrido cuatro horas, al limitar la estadística a los temblores cercanos en consonancia con lo que hacía prever el efecto térmico.

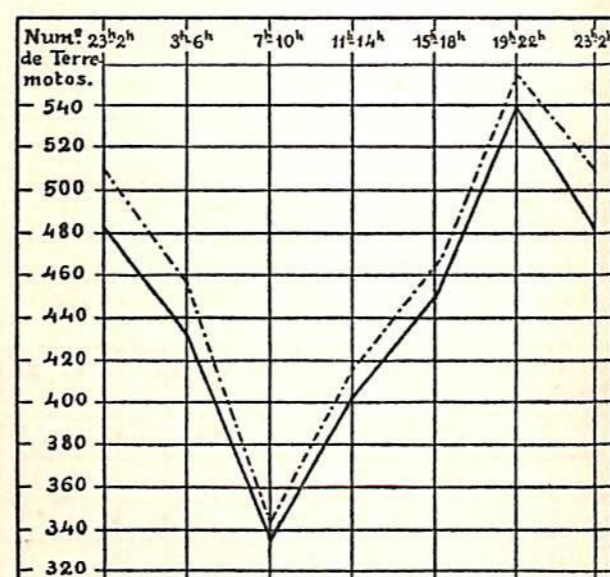


Figura 4a.

Tenemos, pues tres argumentos independientes que concuerdan al señalar un influjo solar en la frecuencia y por consiguiente en la causa determinante de los terremotos: a) mayor número de terremotos durante la mitad del período anual en que el sol cae al norte del ecuador, o sea en el hemisferio donde abundan los continentes, más sensibles al efecto térmico; b) mayor número de terremotos atendida toda la superficie del globo, en el intervalo del período diurno que corresponde al paso de las regiones de mayor actividad sísmica por delante del sol; y c) mayor número de terremotos locales en las horas inmediatas a la temperatura máxima.

Creemos que el no haber distinguido bien entre hora local y hora absoluta, terremotos locales y terremotos mundiales, ha sido causa de la heterogeneidad de los resultados obtenidos por diferentes autores. En la mayor parte de las estadísticas sobre el período diurno en la frecuencia de los terremotos, sus autores se han limitado a investigar si ocurrían en mayor número de noche que de día, pero es evidente que, aun en el supuesto de un máximo diurno real y bien definido, cual el que creemos haber hallado, tal máximo se registrará a diferentes horas del día y de la noche locales, según la longitud de las estaciones sísmicas en que se basan las estadísticas, y en el caso de que éstas se hallasen uniformemente distribuidas en la superficie del globo, y se analizasen sus datos desde el punto de vista de la hora local, es evidente que no podría resultar del conjunto de todos los datos ningún máximo diurno ni nocturno, ya que a la hora del máximo real para una mitad del globo es de noche y para la otra es de día; esto puede explicar los resultados nulos a que han llegado diversos autores y en particular

Montessus de Ballore en una discusión de unos cuarenta y cinco mil temblores.

Si en las estadísticas predominan los registros obtenidos en las estaciones de Europa y se extienden a toda clase de terremotos, como el máximo real coincidente con el paso de las regiones de mayor actividad sísmica por delante del sol, tiene lugar de noche para estas regiones, se manifestará en un exceso de terremotos registrados durante la misma, de conformidad con las conclusiones a que han llegado multitud de investigadores y que han creado la opinión tan extendida de que los terremotos ocurren preferentemente de noche. La explicación dada por varios sismólogos, según la cual la mayor frecuencia es puramente aparente y debida a las mejores condiciones de observación durante la noche, no tiene, desde luego, aplicación cuando se trata de registros basados en datos instrumentales, únicos a nuestro juicio que pueden servir de base a estadísticas de carácter demostrativo.

Si además las estadísticas se basan en los datos procedentes de estaciones distribuidas en las proximidades de un foco de actividad sísmica, la hora del máximo local podrá coincidir con la hora del mínimo que podríamos llamar planetario, compensándose así la diferencia y allanando la curva diurna, a no ser que se construya separadamente para las dos clases de terremotos cercanos y lejanos. Cuando, como en el caso del Ebro, la estación está suficientemente apartada de todo foco de actividad, no hay peligro de que el pequeño máximo local desfigure la onda debida al máximo y mínimo planetario. En todo caso creemos que las estadísticas no deben hacerse a base del día y de la noche, sino separadamente a base de horas, por lo que se evita el grave error que puede introducir en los resultados la desigual distribución entre día y noche, cuyos límites son bastante arbitrarios (1).

En cuanto a la onda anual en la curva de la frecuencia de terremotos procedente de nuestro registro, no sabemos haya sido impugnada por nadie y no conocemos otra explicación de la misma que la formulada en las páginas que preceden; pero al período diurno se han puesto tres reparos: 1º) inadecuada división entre las horas del día y las horas de la noche; 2º) pérdida de algún terremoto durante el cambio del papel registrador que se cambia de día; 3º) posible mayor número de microsismos durante las horas del día que dificultan el identificar

(1) Creemos que el distinguido sismólogo G. Agamennone, al comentar nuestro trabajo aparecido en "Publications du Bureau Central Sismologique", Serie A, fasc. 7, no ha tenido bastante en cuenta la distribución entre terremotos locales y terremotos de todo el globo; el mismo autor es ejemplo de cómo pueden hacerse variar los resultados, según el criterio que prevalezca al dividir día y noche, razón por la cual nosotros adoptamos la distribución por horas; por lo demás dicho autor, al distribuir los datos de A. Cavasino sobre la frecuencia de las réplicas del gran terremoto marsicano del 13 de mayo de 1915, llega a la conclusión de que existe un pequeño exceso diurno, lo cual, tratándose de terremotos cercanos, está muy en consonancia con nuestra tesis y con los resultados hallados en Tortosa. Lamentamos no se den en este trabajo los datos horarios que permitirían precisar mejor la hora del máximo local en función de la temperatura. Véase "Rendiconti della R. Accademia Nazionale dei Lincei", Vol. XVII, serie 0ª, primer sem., fasc. 10.

(1) Estas conclusiones fueron publicadas por primera vez en "Comptes Rendus" t. 30, p. 422, 1930. Fueron presentadas en la cuarta sesión de la Sección de Sismología de la U. I. de G. y G. el día 19 de Agosto de 1930, en la conferencia de Estocolmo; y reproducidas en "Gerlands Beitrage zur Geophysik, t. 38, p. 238, y en "A terra", 1931.

las ondas del terremoto y disminuyen aparentemente su frecuencia.

En cuanto al primer reparo, queda completamente desvanecido con sólo ver la forma de la curva; no se trata de una división arbitraria del período diurno sino de una variación progresiva que pasa por un máximo y un mínimo bien definidos y de una amplitud que no cabe dentro del efecto casual. No es más consistente el segundo reparo, si se tiene en cuenta que, cambiando las gráficas entre 8 h. y 9 h., lo más que podría ocurrir en el caso de que se perdiese algún terremoto durante el intervalo de la manipulación instrumental, sería que la frecuencia registrada durante esta hora fuese algo inferior a la real, sin que por esto quedase modificada la forma de la curva; pero precisamente el mínimo para nuestra estación cae entre 7 h. y 8 h., y no entre 8 h. y 9 h. en que se cambia la gráfica, con lo cual cae por su base la objeción. Por lo demás, el disponer de un doble juego de tambores reduce la manipulación instrumental al mero cambio de un tambor por otro con el papel de la gráfica ya preparado, de suerte que el intervalo de tiempo sin registro no excede casi nunca del minuto; aun en el caso más desfavorable de un pequeño terremoto local cuyo registro no excediese el minuto, la probabilidad de perderlo no pasaría de 1/1440, con una influencia nula en el resultado de las estadísticas. Otras interrupciones más largas debidas a reparaciones del instrumento, fuera de que han sido muy raras, lo mismo han ocasionado fallos en unas horas que en otras, y no cuentan en el registro.

Queda el tercer reparo sobre la posibilidad de que la mayor frecuencia de microsismos, a determinada hora local, dificulte la lectura de la gráfica y sea causa de que pasen inadvertidos algunos terremotos, que pueden distinguirse muy bien en horas de calma; esta fuente de error podría tener un efecto

NOTA—Las líneas que anteceden habían sido escritas por el difunto Director del Observatorio del Ebro, P. Luis Rodés, S. J., para el fascículo 4º, "Sismología", del Resumen extraordinario de las observaciones realizadas en el mismo Observatorio durante los primeros cinco lustros de la publicación de su "Boletín Mensual". Retrasada sobremanera por causas bien ajenas a nuestra voluntad y de todos perfectamente conocidas, la publicación de dicho fascículo, es para el Observatorio del Ebro un motivo de viva satisfacción el poder ofrecer este escrito a la "Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales". Al hacerlo interpreta el sentir del ilustre desaparecido, el cual siempre consideró como uno de sus más preciados timbres de gloria el pertenecer como Académico correspondiente a tan docta Corporación, y repetidas veces había manifestado el deseo de colaborar en su magnífica Revista.

El trabajo del P. Rodés aparece tal como lo dejó su autor en sus borradores, escrito durante los últimos días de su permanencia en el Observatorio. Sólo en las figuras, y con el fin de hacer resaltar el efecto producido en las curvas de frecuencia diurna por la agregación de los terremotos registrados durante el 1º, 3º y 4º trimestres de 1938 y 1939, y en la de la frecuencia anual por la de los del año 1939, único de los citados cuyo registro está completo, nos hemos permitido añadir a las gráficas del P. Rodés, que van en trazo continuo, otras de trazo y punto, formadas sumando a las anteriores los datos antes dichos. Como se ve, no sólo no se modifica de una manera apreciable la marcha general de las curvas, esta adición de interés, porque emprendida en estos mismos días la reforma de la Sección Sísmica, como parte del plan general de reorganización del Observatorio, exigida forzosamente por su desmantelamiento, los datos que en adelante se obtengan con los sismógrafos reformados, no ofrecerán quizás durante algún tiempo aquel carácter de absoluta homogeneidad con los registrados en períodos anteriores, homogeneidad que es la primera cualidad del material examinado, en que se apoya el P. Rodés para la deducción de sus conclusiones.

Observatorio del Ebro—Tortosa—A. ROMANA, S. J., Director.

real y por esto vamos a discutirla con alguna mayor detención.

De los diversos tipos de microsismos registrados en nuestra estación, los únicos que, por su gran amplitud e irregularidad pueden desfigurar las ondas de un terremoto lejano, son los debidos a los vendavales del NW. que soplan con tanta frecuencia en la cuenca inferior del Ebro. Afortunadamente poseemos de la Sección Meteorológica (1) la curva de la frecuencia con que se han presentado las velocidades máximas del viento NW. en las distintas horas; comparada con la que da la frecuencia de terremotos, se ve que, aun cuando hay alguna analogía aislada, no pueden tomarse como correlativas, ya que las velocidades máximas se registran con mayor frecuencia de 8 h. a 9 h. y de 9 h. a 10 h., mientras que el mínimo de terremotos tiene lugar entre 6 h. y 7 h. y 7 h. y 8 h.; de la misma manera, las horas en que las velocidades máximas del viento se registran en menor frecuencia son de 11 h. a 12 h. y de 12 h. a 13 h., mientras que el máximo de terremotos se registra entre 18 h. y 23 h. Como la correlación entre las velocidades del viento y los microsismos es evidente, se sigue que éstos al igual que el viento, no pueden tomarse como causa, por lo menos adecuada, de la variación diurna en la frecuencia de los terremotos. Por lo demás, a un lector experimentado no es tan fácil se le escapen las ondas de un terremoto, por muchos microsismos que haya; podrán éstos dificultar el estudio de las fases, pero la mera presencia de las mismas difícilmente podrá pasarle inadvertida.

Creemos, pues, que queda suficientemente establecida la realidad de la variación diurna en la frecuencia de los terremotos, contra todas las objeciones que contra ella se han formulado.

Observatorio del Ebro, Marzo de 1938.

(1) Véase "Contribución al estudio climatológico de la comarca de Tortosa", Tortosa, Algueró y Baiges, 1936, pág. 29.

MISCELANEA ENTOMOLOGICA

CATALOGO EXPLICATIVO DE LAS ROPALOCERAS COLOMBIANAS DEL MUSEO DEL INSTITUTO DE LA SALLE

HERMANO APOLINAR MARIA

Director-fundador del Museo de Ciencias Naturales del Instituto de La Salle—Bogotá
Profesor en el mismo Instituto.

(Continuación)

59. *Papilio harmodius xeniades f. androna* R. et J. 1906.

En la colección del Museo existe una mariposa procedente de Villavicencio que corresponde exactamente a la descripción y a la figura que dan los autores de Tring; de manera que la era de dispersión de *xeniades* alcanza hacia el Este por lo menos hasta la vertiente oriental de nuestra Cordillera.

Los autores indican como regiones habitadas por esta mariposa, las costas colombianas del Pacífico y todo el territorio de la República del Ecuador.

60. *Papilio ariarathes evagoras* Gray 1852.

Pap. ilus Doubleday. "List. Lep. Ins. Brit. Mus." App. p. 3 (1848).

Pap. evagoras Gray. "Cat. Lep. Ins. Brit. Mus." I, Pap. p. 61, N° 276, t. 9, fig. 3, 4 (1852).

Pap. ariarathes local var. evagoras Bates. "Trans. Ent. Soc. Lond.", V, p. 336 (1861).

La forma *evagoras* está indicada en Venezuela, desde Caracas hasta el Orinoco. En la colección del Instituto existen cuatro machos y una hembra que deben referirse a la presente subespecie. Estas mariposas provienen todas de la región de Villavicencio.

En los machos, el ala anterior está adornada en su cara superior de una nube linear de átomos blancos que se extiende con mayor o menor intensidad hasta R². Bastante fuerte en el borde posterior del ala, se va esfumando hacia el ángulo anterior. Las cuatro manchas rojas que forman una hilera discal en el ala posterior varían poco, casi nada en su coloración, un poco más en sus dimensiones.

61. *Papilio ariarathes Gay f. anargus* R. et J. 1906.

Pap. ariarathes forma hembra anargus R. et J. "Nov. Zool.", Vol. XIII, p. 674 (1906).

Forma indicada del Amazonas superior y medio. El Museo del Instituto posee cinco ejemplares machos procedentes, como los de la forma anterior, de la región de Villavicencio.

La nube de átomos blancos se reduce en extensión e intensidad; en una de nuestras mariposas desapareció por completo.

62. *Papilio ariarathes Gayi f. Gayi* Lucas 1852.

Pap. Gayi Lucas. "Rev. Zool.", p. 193 (1852).

Pap. Cyamon Gray. "Cat. Lep. Ins. Brit. Mus.", I, Pap. p. 60, N° 274, t. 7, fig. 1, t. 11, fig. 3 (1852).

Pap. evagoras Gray, l. c. p. 62, N° 277 (1852).

Pap. ariarathes local var. Cyamon Bates. "Trans. Ent. Soc. Lon.", V, p. (1861).

Pap. ariarathes local var. Gayi Bates, l. c. *Pap. ariarathes local var. evagoras* Bates, l. c., p. 337.

Pap. aristagoras Felder. "Verh. Zool. Bot. Ges. Wien", XIV, p. 298, N° 133 (1864).

Forma hembra *Gayi* Lucas, l. c.

Las comarcas habitadas por la presente forma son: Colombia, Amazonas superior y medio, Perú y Bolivia.

La colección del Museo contiene 54 machos y 3 hembras; este número indica la gran facilidad de variabilidad de la presente forma. La mancha discal del ala anterior pasa del verde al blanco puro; a veces se extiende apenas del borde posterior hasta M², al paso que en otros ejemplares se estrecha y se alarga hasta alcanzar, aunque muy atenuada, hasta R².

En el ala posterior, el número de puntos que forman la faja discal varía en nuestras mariposas de 1 a 5. Dichos puntos son a veces casi redondos, mientras que en otros ejemplares afectan la forma de rayas alargadas.

En cuanto al color, pueden variar desde el rojo oscuro hasta el blanco crema. A veces, en la misma hilera unos puntos son blancos y otros rojos; en ciertos ejemplares el fondo de los puntos es blanco, pero están salpicados de átomos rojos; en otros, una extremidad o ambas tienen color rojo, al paso que la región media queda blanca.

Las hembras presentan las mismas variaciones: en el ala anterior aparece sobre el disco una mancha blanca muy indecisa, que del disco pasa a la célula. En uno de nuestros tres ejemplares dicha mancha está borrada casi por completo.

63. *Papilio ilus* Fabricius 1793.

Pap. eques Tros ilus Fabricius. "Ent. Syst" III, I, p. 17, N° 51 (1793).

Pap. ilus Gray. "Cat. Lep. Ins. Brit. Mus." I, Pap. p. 59, N° 271 (1852).

Pap. hostilius Felder. "Wien Ent. Mon." V, p. 73, N° 5 (1861).

Pap. guaco Staudinger. "Verh. Zool. Bot. Ges. Wien", XXV, p. 91, N° 1 (1876).

Pap. ilus R. et J. "Nov. Zool.", Vol. XIII, p. 675, Pl. VIII, fig. 50 (1906).