

JOSÉ MARTÍ, LA SISMOLOGÍA Y LOS TERREMOTOS EN ZONAS ESTABLES

*Mario Octavio COTILLA RODRÍGUEZ**

Abstract

The exceptional seismological learning attained by José Martí —one of the most eminent Cubans from the nineteenth century— is evidenced through a dialogue with explanatory insertions here presented. The analysis of a brilliant journalistic paper written by him in 1886 after the occurrence of the strong earthquake in Charleston, USA, allowed us to evaluate the geodynamic conditions of the earthquake occurred in 1982, in Torriente-Jagüey Grande (Matanzas province, Cuba). Thus, the seismotectonic ignorance in the country was revealed.

Resumen

En el trabajo se exponen, por primera vez, a manera de diálogo y con obligados textos de sismología intercalados, los excepcionales conocimientos científicos que para la época, sobre esta compleja disciplina poseía nuestro compatriota José Martí Pérez. El análisis crítico y deductivo del brillante artículo periodístico salido de la pluma del ilustre cubano en 1886, en ocasión de la ocurrencia del devastador terremoto de Charleston, EUA nos permite evaluar científicamente, salvando, lógicamente, las distancias, en cuanto a condiciones geodinámicas, el terremoto que en el año 1982 tuvo su epicentro en la localidad matancera de Torriente-Jagüey Grande y que puso a descubierto el desconocimiento sismotectónico del país.

Introducción

Hacía varios años que al autor le animaba el loable propósito de resaltar la extraordinaria inteligencia y los vastos conocimientos sismológicos de nuestro compatriota José Martí Pérez, con la intención de contribuir

* Instituto de Geofísica y Astronomía, del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana, Cuba.

modestamente a la exposición de la historia de la sismología cubana, descrita en parte por Serrano y Alvarez (1983). Sin embargo, no fue posible realizarlo hasta el presente, precisamente en ocasión del 106 aniversario de la ocurrencia del “sorpresivo” terremoto en el SE de los EUA, en Charleston, “próspera ciudad”, en el decir de Martí.

En concreto, nuestro propósito es rendir homenaje y a la vez divulgar las cualidades, quizás no tan conocidas, del ilustrísimo cubano que fue Martí, en el campo de las ciencias naturales y en particular en la sismología. La empresa es sumamente compleja, por ello el autor solicita la condescendencia de los lectores al comprobar las lógicas e insalvables diferencias en el texto, por el estilo inigualable del maestro para la exposición de las ideas con su prosa.

“El terremoto de Charleston ocurrió el 1 de septiembre de 1886, y su foco se situó en las coordenadas 32,9 grados de latitud N y 80,0 grados de longitud W, con una intensidad de X grados (escala Mercalli Modificada, de 12 grados) y magnitud (Ms) 7,5”.

Un evento sísmico es siempre noticia, por ello el sagaz e incansable genio de Martí dedicó un extenso y autorizado artículo al terremoto de Charleston. El trabajo lo publicó el diario “La Nación”, de Buenos Aires (Argentina) los días 14 y 15 de octubre de 1886. Este escrito es un bello ejemplo, incluso para nuestros tiempos, de lo que es el *periodismo científico*.

Martí, sin divagaciones ni ambigüedades, describe lo sucedido con fina crudeza, sin olvidar por un instante siquiera los problemas sociales derivados de tan dramático acontecimiento; a la vez que ilustra al lector con las ideas científicas más avanzadas de la época, le transmite opiniones personales, según nuestra opinión, muy sólidas, valiosas y de vanguardia, las cuales tendremos oportunidad de comentar más adelante.

En el artículo expondremos nuestra posición con respecto a la “vinculación” de los terremotos de Charleston (EUA en 1886) y de Torriente-Jagüey Grande (Cuba en 1982).

Discusión

Las ideas sismológicas de Martí

“Un terremoto ha destrozado la ciudad de Charleston. Ruina es hoy lo que ayer era flor, y por un lado se miraba en el agua arenosa de sus ríos, surgiendo entre ellos como un cesto de frutas, y por el otro se extendía a lo inte-

rior en lindos pueblos, rodeados de bosques de magnolias y de naranjos y jardines.

Nunca allí se había estremecido la tierra, que en blanda pendiente se inclinaba hacia el mar; sobre suelo de lluvias, que es el de la planicie de la costa, se extiende el pueblo; jamás hubo cerca volcanes ni volcanillos, columnas de humo, levantamientos ni solfataras; de aromas eran las únicas columnas, aromas de naranjos perennemente cubiertos de flores blancas. Ni del mar venían tampoco sobre sus costas de agua baja, que amarillea con la arena de la cuenca, esas olas robustas que echa sobre la orilla, oscuras como fauces, el Océano cuando su asiento se desequilibra, quiebra o levanta, y sube de lo hondo la tremenda fuerza que hincha y encorva la ola y la despide como un monte hambriento contra la playa”.

Martí en estos dos párrafos describe magistralmente la situación geográfica del territorio que sufrió la catástrofe, exponiendo que en su relieve de llanuras bajas y de bajo ángulo de pendientes, no habían sido reportadas actividades volcánicas, ni sísmicas; y tampoco se conocía de ningún tsunami en sus costas. Nos dice además que el territorio era de tipo continental y en consecuencia estable. Sin embargo, este concepto, que posteriormente ampliaremos, no se introduce en la sismología hasta los años 80 del siglo XX. Desliza sutil, pero a la vez mesuradamente, que la evolución geodinámica de un área de la corteza queda impresa en las diferentes unidades tectónicas que la componen.

Por eso se impone, en primera instancia, realizar una breve exposición acerca de la evolución de las teorías y los métodos de investigación del origen de los terremotos (o sismos) y de los mecanismos de generación, tarea ésta en lo absoluto fácil. Muchas y muy variadas son las contribuciones en este sentido que desde la antigüedad han sido planteadas (Udías 1985). De ellas y sobre la base de Udías (1985) seleccionaremos solamente algunas, corriendo el riesgo de omitir y sólo mencionar otras. Esta línea de razonamientos introduce el punto de vista del autor, que por otra parte es difícil de evitar.

Las causas de los terremotos han fascinado al hombre desde la antigüedad, preferentemente en regiones donde son frecuentes. Esto lógicamente se recoge en la mitología. Los relatos mitológicos plenos de belleza e ingenio humano se centran en la creencia de la existencia de un “ser” sobrenatural, unas veces un dios que sostenía la Tierra, o que viajaba en trineo, otras un pez, etc., que era el responsable de los terremotos. De aquí es factible comprender como el hombre de acuerdo a su experiencia con los terremotos catastróficos (que sacuden los fundamentos más estables de la Tierra) pone a prueba la imaginación creadora para buscar una explicación convincente, e incluso guardarse del desconocimiento.

Por su parte, los filósofos naturalistas griegos fueron los primeros en asignar causas naturales a los terremotos. En el siglo IV a.C. se planteó que su causa era la lluvia que humedece la tierra y en consecuencia produce movimientos en su interior. Luego en el siglo V a.C. se continuó en este orden de ideas, al decir que tales fenómenos pueden ser causados tanto por la humedad como por la sequedad. Esta teoría se ha mantenido hasta prácticamente nuestro siglo.

Una ingeniosa teoría que relaciona las actividades sísmica y mecánica fue propuesta por Aristóteles, al argumentar que la causa de los terremotos es la salida súbita y violenta del aire caliente atrapado en el interior de la Tierra. Estas ideas aristotélicas sobre los terremotos se tenían aún como universales en la pesadilla de la Edad Media.

En el siglo XVII, se plantea que los terremotos están relacionados con un sistema de conductos de fuego en el interior de la Tierra (manteniéndose básicamente la hipótesis del fuego interno).

La explicación del origen de estos fenómenos cobró nuevo interés con la ocurrencia del sismo de Lisboa en 1755, asignándoles a las descargas eléctricas las causas de los terremotos. Así en el siglo XIX perduran las teorías de las explosiones, del fuego interno y de la electricidad.

“Tiembra aún el suelo, como si no se hubiese acomodado definitivamente sobre su nuevo quicio; ¿cuál ha podido ser la causa de este sacudimiento de la tierra?”

En esta parte Martí expresa que aun persisten las “réplicas” del terremoto. Otro concepto sismológico que se introduce en el siglo XX. Además, esclarece la causa mecánica de los terremotos.

Es evidente que conocía que A. von Humboldt fue de los primeros en establecer una relación entre las fallas y los terremotos. También suponemos conoció el trabajo clásico del terremoto de Nápoles de 1857, que aceptaba el origen explosivo y que permitió desarrollar el concepto del foco puntual (ésta fue la época del nacimiento de la sismología moderna). Es decir, conocía que a partir del foco se transmiten las ondas producidas por los terremotos. Además, dominaba el concepto de región focal y la división de los terremotos en dos tipos: volcánicos y dislocación, propuesto por E. Suess, quien plantea que los terremotos de dislocación son producidos por los movimientos de los bloques de una falla que resbalan uno con respecto a otro. Aclaramos que estas ideas son desarrolladas posteriormente por otros investigadores, que reafirman que la génesis de los sismos son las fracturas y donde las fallas desempeñan el papel principal.

No obstante, es posterior a la desaparición física de Martí que se propone por Reid (1910) el primer modelo mecánico del origen de los terremotos, con la intención de explicar las causas del sismo de San Francisco de 1906. Tal teoría recibió el nombre de rebote elástico; y en ella se supone que las deformaciones elásticas se van acumulando en una región dada hasta que se supera la resistencia del material y se produce una fractura, con movimientos relativos de sus dos partes y la consecuente relajación de las deformaciones acumuladas (*tendencia al equilibrio*, término empleado por Martí en el artículo).

Es posible afirmar actualmente que, con la sola excepción de algunos sismos menores de origen volcánico, todos los terremotos son producidos por la propagación rápida y catastrófica de una fractura en la litósfera. Este proceso relativamente simple es difícil de observar directamente, salvo en el caso poco común en que la ruptura alcanza la superficie. En la mayoría de las zonas sísmicas activas, como en el caso de las zonas de subducción de América Central y del Sur, la ruptura queda confinada a la frontera de placas y si llegase a surgir en la superficie de la litósfera, lo haría bajo el mar (en la fosa submarina).

Y finaliza el párrafo planteando una interrogante científica (el pronóstico de terremotos) “¿Cuál será la causa?”

La determinación de zonas sismogénicas (diagnóstico) es de gran importancia en el estudio de la peligrosidad y el riesgo sísmico de un área determinada. Sin embargo, el concepto de zona sismogénica es ambiguo y está determinado por el subjetivismo del investigador. Su definición, como zona en la que se generan terremotos con características sísmicas y tectónicas homogéneas, implica por tanto un análisis detallado de estas disciplinas. Amén que en la actualidad apenas se han dado los “pasos” iniciales en el pronóstico de terremotos, se puede en este sentido diferenciar (tanto en métodos como en resultados) al pronóstico en tres etapas o niveles: largo, mediano y corto plazos.

“¿Será que encogidas sus entrañas por la pérdida lenta de calor que echa sin cesar afuera en sus manantiales y en sus lavas, se haya contraído aquí como en otras partes la corteza terrestre para ajustarse a su interior cambiado y reducido que llama a sí la superficie?

La Tierra entonces, cuando no puede resistir la tensión, se encoge y alza en ondas y se quiebra, y una de las bocas de la rajadura se monta sobre la otra con terrible estruendo, y tremor sucesivo de las rocas adyacentes siempre elásticas, que hacia arriba y a los lados van empujando el suelo hasta que el eco del estruendo cesa”.

Aquí Martí expone en forma interrogativa los conocimientos del equilibrio energético y la propagación de ondas durante la ocurrencia de un sismo, a que hicimos referencia anteriormente. Esto demuestra su actualización científica, ya que hoy día se conoce que la Tierra sufre una deformación continua, de tal forma que un terremoto no es más que un rápido episodio dentro de todo el dinámico proceso de deformación de la litósfera en una escala de miles de años. El estudio de tal deformación de la corteza antes y después de un terremoto permite sustentar al modelo mecánico del rebote elástico.

“Pero acá no hay volcanes en el área extensa en que se sintió el terremoto; y los azufres y vapores que expele por sus agujeros y grietas la superficie, son los que abundan naturalmente por la formación del suelo en esta planicie costal del Atlántico baja y arenosa”.

Martí insiste nuevamente en la idea de la no presencia en el territorio de volcanes, ni vapores asociados a ellos. Es decir, descarta el origen volcánico del evento sísmico y a la vez plantea que esta región se localiza cerca de la costa atlántica, que es de tipo baja y con sedimentos. Esta cuestión, quizás trivial, para su época, es un “alerta” a los especialistas, que hoy día podemos percibir en su justa dimensión, la enorme importancia y el alcance de sus observaciones. Introduce para nuestra sorpresa la idea de zona estable.

En general los especialistas han dividido el globo terráqueo en bandas de actividad sísmica y volcánica; por sólo mencionar una de ellas, está el Cinturón Circum Pacífico. En tales bandas se libera la inmensa mayoría de la energía acumulada en el interior de la Tierra. No obstante, hay zonas y regiones (denominadas estables fuera de esas bandas activas que de acuerdo con las investigaciones de Johnston (1989) han reportado las siguientes cifras de terremotos: Africa=10; Australia=11; China=7; Europa=5; India=5; Norte América=14 y Sur América=3. Estos eventos tienen magnitudes del orden de los terremotos más fuertes de las zonas activas, aunque con mucha menos frecuencia.

El mecanismo de tales terremotos en zonas estables, se plantea es debido a la reactivación de los esfuerzos compresivos en zonas de fallas paleotectónicas (zonas débiles de la corteza), incluso cubiertas por miles de metros de espesor de sedimentos (lo que indica su “inactividad”, de acuerdo a la geología). Tales zonas de fallas es posible reconocerlas con la ayuda, preferente, de materiales fotográficos aerocósmicos.

Una zona continental estable de acuerdo con Johnston (1989), es aquella zona que:

- Posee corteza continental, incluyendo las plataformas, los escudos y también las áreas de corteza continental adelgazada;
- Excluye los límites de placas litosféricas activas y las zonas directamente afectadas por ellos. No posee o muestra deformaciones asociadas en las etapas Mesozoica y Cenozoica; y
- Excluye las grandes zonas de apertura, de vulcanismo y de sutura del Neógeno.

Obsérvese cómo esta definición científica contemporánea coincide casi íntegramente con la exposición de Martí en 1886. *Sencillamente genial*. Es decir, que tenemos el placer de mostrar cómo un latinoamericano neto (sin ser un “especialista”) se adelantó en mucho a los conocimientos de la época sobre sismología. Ése es el proceso del conocimiento: inductivo y deductivo, que nunca debe ser ortodoxo, sino dialéctico.

“¿Será que allá en los senos de la mar, por virtud de ese mismo enfriamiento gradual del centro encendido, ondease el fondo demasiado extenso para cubrir la bóveda amenguada, se abriera como todo cuerpo que violentamente se contrae, y al cerrarse con enorme empuje sobre el borde roto, estremeciera los cimientos todos, y subiese rugiendo el movimiento hasta la superficie de las olas?

Pero entonces ¿se habría arrugado la llanura del mar en una ola monstruosa, y con las bocas de ella habría la tierra herida cebado su dolor en la ciudad galana que cría flores y mujeres de ojos negros en la arena insegura de la orilla?”

En esta parte de su maravillosa exposición, el Apóstol plantea diáfananamente el mecanismo de generación de los tsunamis y su posible vinculación con las oscilaciones internas de las diferentes esferas de la Tierra, descartando tal idea como la causa de este terremoto.

Actualmente se conoce que los tsunamis sólo se producen por el movimiento de las fallas de tipo normal o por la caída de grandes bloques corticales en el fondo marino. Y que su localización espacial se encuentra restringida a zonas con este tipo de características, por ejemplo la zona del Pacífico.

Realmente el problema del mecanismo de los terremotos consiste en deducir la naturaleza de los procesos que tienen lugar en su foco, a partir de la información que proporcionan las ondas sísmicas registradas en los sismogramas en diversos puntos de la superficie de la Tierra. La resolución de tal problema es muy complicada, por lo que es necesaria cierta simplificación, que sólo es posible al considerar la Tierra como un medio elástico y modelos teóricos del foco sísmico. Esto significa que

el problema (directo) se reduce a la determinación del campo de los desplazamientos producidos a partir de las ondas “generadas”. El problema inverso deduce los parámetros que describen al foco de un terremoto a partir de los desplazamientos observados, según el modelo teórico considerado. Este problema, que es el que interesa verdaderamente, necesita de la solución previa del problema directo.

Por otra parte existen también modelos dinámicos siendo los más conocidos, el de Haskell de 1966, cuyo análisis se fundamenta en la ocurrencia de un terremoto en una falla rectangular donde el frente de ruptura aparece instantáneamente y la velocidad de propagación es constante a lo largo de toda la falla; *el de grieta*, que requiere para su explicación una falla tridimensional; y *el de la falla circular*, donde la ruptura comienza en un punto y se propaga radialmente manteniendo una forma circular, hasta que encuentra los bordes de una zona frágil de la corteza.

“¿O será que, cargada por los residuos seculares de los ríos la planicie pendiente de roca fragmentaria de la costa, se arrancó con violencia, cediendo al fin al peso, a la masa de gneis que baja de los montes Alleghanys, y resbaló sobre el cimiento granítico que a tres mil pies de hondura sustenta a la orilla del mar, comprimiendo con la pesadumbre de la parte más desasida de la roca las gradas inferiores de la planicie, e hinchando el suelo y sacudiendo las ciudades levantadas sobre el terreno plegado al choque en ondas?

Eso dicen que es; que la planicie costal del Atlántico blanda y cedente, cediendo al peso de los residuos depositados sobre ella en el curso de los siglos por los ríos, se deslizó sobre su lecho granítico en dirección al mar.”

Concluye la exposición del problema con una idea, aún hoy muy discutida en los círculos científicos, y es la referida a la reactivación de las estructuras paleotectónicas. Esta cuestión de la reactivación de estructuras “antiguas” y supuestamente inactivas sujetas a otro tipo de evolución en la actualidad, es factible de apreciar en el mecanismo propuesto por Johnston (1990).

En este sentido, la distribución de la sismicidad depende, por una parte, de la geometría de las grandes placas litosféricas y, por otra, no menos importante, de las características tectónicas del interior de las mismas. Tanto la naturaleza de los bordes de las placas como las estructuras generadas en relación con las mismas, son consecuencia de la compleja historia evolutiva de la litósfera y, por tanto, esta historia es un elemento importante para comprender la sismicidad, que no es más que un reflejo instantáneo de esa dinámica de la litósfera.

Martí consideramos demuestra actualización en los conocimientos sismológicos. A manera de ejemplo, para nadie resulta una sorpresa que

los trabajos realizados por el especialista Padre Jesuita, Benito Viñes, en ocasión del terremoto ocurrido el 23 de enero de 1880 (Viñes y Salterain 1880), en las localidades de Soroa-Candelaria, provincia Pinar del Río, en cuanto a la detallada descripción de los daños y su explicación como fenómeno geológico posean una consistencia científica indiscutible. Así como tampoco, que las posteriores aseveraciones referentes a la variación lateral de la sismicidad desde Bartlett al interior del territorio cubano, resulten pruebas irrefutables de la dinámica y el nivel del pensamiento creador de un especialista en ciencias naturales.

Inclusive en la muy importante compilación sobre terremotos realizada por el sabio cubano Andrés Poey, resumida en tres volúmenes (Poey 1855a,b y 1857) que ha servido de base a las investigaciones realizadas por varios especialistas cubanos luego de 1964, no encontramos las precisiones o comentarios acerca del origen de los terremotos. Con posterioridad este científico publicó diversos trabajos sismológicos, en los que entre otras cosas analizó una posible vinculación entre fenómenos meteorológicos y sismológicos.

Es sencillamente magistral la lección científica que el maestro nos legó y que casi olvidamos.

Comentarios acerca de los terremotos de Charleston y Torriente-Jagüey Grande

Consideramos que ha llegado el momento de analizar lo ocurrido el 16.12.82 en las inmediaciones de las localidades matancera de Torriente y Jagüey Grande (T-JG).

De acuerdo con Serrano y Alvarez (1983) “la historia sismológica de Cuba comienza probablemente en 1551, cuando un terremoto fuerte destruyó el primer templo y algunas viviendas de la Villa de Bayamo, que los colonizadores españoles habían fundado en 1513”. Seguidamente aseguran que en abril de 1964 se crea el departamento de Geofísica, en la recién fundada Academia de Ciencias de Cuba y ya en julio se instala en las inmediaciones de la localidad pinareña de Soroa, la primera estación sismológica. Esto fue posible con la ayuda de especialistas de la desaparecida Unión Soviética. Luego en julio de 1965 se instala otra estación en la localidad de Río Carpintero, en Santiago de Cuba. Esta vez con la cooperación de especialistas de la ex República Democrática Alemana.

La selección de ambos lugares se debió fundamentalmente a que en Soroa-Candelaria, en el año 1880 ocurrió un fuerte terremoto que se plantea

alcanzó los VIII grados de intensidad (escala MSK, de 12 grados); y que en la región oriental, Río Carpintero, la actividad sísmica era la de más alto nivel y frecuencia del país, reportándose dos eventos de IX grados (escala MSK) en los años 1766 y 1852, y varios de VIII y menores.

La provincia de Matanzas, región Occidental de Cuba, profusamente estudiada con un levantamiento geológico, a escala 1:250,000 (Academias de Ciencias de Cuba y de Polonia, 1981), reportó solamente una zona de débiles mínimos gravimétricos de dirección NNO entre las bahías de Cochinos (costa sur) y Matanzas (costa norte) y una falla (Matanzas) de dirección NE, a lo largo de la península de Hicacos hasta las inmediaciones de La Habana.

En esa misma etapa, entre localidades de Ciudad de La Habana y matancera de Torriente-Jagüey Grande, Albear *et al.* (1982) propusieron (sin pretensiones sismotectónicas) un alineamiento (de dirección NO) a partir del uso de materiales cósmicos. Sin embargo, los geólogos y directivos científicos en Cuba consideraron “insuficiente” la evidencia obtenida por un método “auxiliar y discutible” para considerarlo como una falla o siquiera como una fractura.

En consecuencia se le describió a T-JG como una llanura de suave pendiente, que no posee fallas geológicas en sus inmediaciones.

Por otra parte, de acuerdo a los datos sismológicos, no existía reporte alguno en toda la región sur y centro-oriental matancera. Lo que quedó plasmado, para la historia, con un signo de interrogación (ausencia de información) en el mapa de intensidades sísmicas por datos históricos, para periodos de recurrencia de 100 años (Chuy *et al.*, 1980).

Sin embargo, esta región, geológicamente “estable”, enmarcada en un bloque semihórstico con desarrollo de tipo platafórmico (estabilidad continental) desde el Eoceno Superior (Iturralde 1977) y que se corresponde en el relieve con un sistema de llanuras cubiertas de plantaciones citrícolas y muchas escuelas de la segunda enseñanza, fue de repente estremecida por un sismo el 16 de diciembre de 1982; y durante varios días se reportaron réplicas. Mucho fue el pánico, aunque los daños ligeros; pero suficiente para “golpear” los cimientos del “conocimiento” tectónico y sismológico nacional. ¿Cómo explicar los estremecimientos y los daños desde Torriente y Jagüey Grande (donde se ubicó el epicentro) hasta Ciudad de La Habana? ¿Cómo explicar que la perceptibilidad del sismo no alcanzara a la ciudad de Cienfuegos al sureste y más cerca que Ciudad de La Habana?

Este “imprevisto” terremoto en T-JG, de atenernos a los planteamientos y datos derivados de las investigaciones geológicas y sismológicas, no pudo ocurrir. Esto es lo ortodoxo. (No había fallas ni reportes de

sismos.) No obstante, un método auxiliar, la teledetección, permitió proponer con anterioridad un alineamiento que “*sorprendentemente*” se ajustó al mapa de las isosistas del sismo. Algo similar vivió Martí en 1886, pero su pensamiento no era *ortodoxo*, sino abiertamente científico. Él no rechazaba teoría o información, sino que evaluaba la realidad objetiva en su expresión dinámica y multifacética como método de investigación científica.

En la actualidad muchas investigaciones de las ciencias naturales se apoyan y realizan con la teledetección y en particular se ha reconocido que los métodos teledetectivos permiten reflejar características no sólo del relieve de la superficie terrestre, sino también de la estructura profunda de la Tierra (Gupta 1991).

Los principales datos del sismo, según Chuy *et al.* (1983b) son:

Fecha			Magnitud	Intensidad	Area	Coordenadas		Prof.A
A	M	D	(Ms)	(MSK)	(km ²)	Lat. N	Long. W	(km)
82	12	16	5	VI	34,000	22 37'	81 14'	30

El terremoto permitió completar el, ya mencionado, mapa de intensidades sísmicas de Cuba, y en la figura 2 de Chuy *et al.* (1983b) se dibujan, entonces por primera vez, las fallas entre las bahías de Cochinos y Matanzas, y entre las localidades de Ciudad de La Habana y Jagüey Grande. Esta última redeterminada hasta las inmediaciones de Cienfuegos con la ayuda de imágenes cósmicas por Cotilla *et al.* (1988).

En el caso del terremoto de T-JG, aunque es una llanura baja y citrícola y con muy poca actividad sísmica y ninguna volcánica al igual que la descrita por Martí en Charleston, existen grandes diferencias tectónicas entre ellas, tales como:

- 1) Torriente-Jagüey Grande está localizada en el borde sur de la Placa Litosférica de América del Norte y en un arco de islas, cercano a la actual Zona Límite de Placas Litosféricas de la América del Norte y del Caribe.
- 2) El espesor de sedimentos que recubre las estructuras paleotectónicas es menor en Torriente que en Charleston.
- 3) El territorio de T-JG se encuentra enmarcado en una red de fallas activas como Matanzas, Norte y Sur Cubana, sin olvidar las de “Cochinos” y “Habana-Cienfuegos”.

- 4) Las dimensiones superficiales de ambas llanuras son apreciablemente diferentes (menor en T-JG).

No planteamos, en lo absoluto, que la ocurrencia de ambos eventos sísmicos esté relacionada, sino que existe un conjunto de características similares y lo más importante que *el mecanismo de generación es similar*. Este último aspecto que asumimos, es resultado de la reactivación de paleoestructuras (*por supuesto de diferente edad*) que no tiene que tener actualmente los mismos estilos y dinámica que en la etapa paleotectónica.

Conclusiones

De todo lo expuesto hasta aquí, podemos extraer dos conclusiones principales:

- a) José Martí Pérez fue un excepcional hombre de su época en el campo intelectual, y en el caso particular en la sismología, sobrepasó la barrera del tiempo y como tal debe ser recogida su labor en el país.
- b) Se impone realizar una revisión aún más profunda y minuciosa de la actividad científico-periodística de Martí.

Bibliografía

- Academias de Ciencias de Cuba y Polonia, *Levantamiento geológico de la provincia Matanzas, escala 1:250,000*. Instituto de Geología y Paleontología, 1981.
- Albear, J.F., Makarov, V.I., Baguinian, M.K. y Teleguin, B.P, *Experiencia de utilización de las fotos cósmicas y aéreas multizonales en investigaciones geológicas en Cuba*. Issliedovanie Zemli iz Kosmosa. No. 2, pp. 27-40 (en ruso), 1982.
- Cotilla, M., Alvarez, L., Chuy, T. y Portuondo, O., "Peligrosidad sísmica de Cuba (2). Algunos criterios sobre la peligrosidad sísmica en zonas de baja actividad del territorio de Cuba". En: *Comunicaciones científicas sobre geofísica y astronomía*, No. 2, 19 pp., Instituto de Geofísica y Astronomía, ACC, 1988.
- Chuy, T. y Rodríguez, M., "La actividad sísmica de Cuba basada en datos históricos". En: *Investigaciones sismológicas en Cuba*, No. 1, pp. 5-17. Instituto de Geofísica y Astronomía, ACC, 1980.
- Chuy, T., González, B. y Alvarez, L. "Sobre la peligrosidad sísmica en Cuba". En: *Investigaciones sismológicas en Cuba*, No. 4, pp. 37-52, Instituto de Geofísica y Astronomía, ACC, 1983a.

- Chuy, T., Vorobiova, E., González, E., Alvarez, L., Serrano, M., Cotilla, M. y Portuondo, O., "El sismo del 16 de diciembre de 1982. Torriente-Jagüey Grande, provincia Matanzas". En: *Investigaciones sismológicas en Cuba*, No. 3, 44 pp. Instituto de Geofísica y Astronomía, ACC, 1983b.
- Gupta, R.P., *Remote Sensing Geology*. Edit. Springer Verlag, 356 pp., 1991.
- Iturralde, M., *Los movimientos tectónicos de la etapa de desarrollo platafórmico de Cuba*. Informe Científico-Técnico, No. 20. Instituto de Geología y Paleontología, ACC, 1977.
- Johnston, A.C., "The seismicity of stable continental interiors". In: S. Gregersen and P.W. Bashan (eds.), *Earthquakes at North-Atlantic Passive Margins: Neotectonics and Postglacial Rebound*, pp. 299-327, 1989.
- Johnston, A.C. y Kanter, L.R., "Earthquakes in stable continental crust". *Scientific American*, March, pp. 42-50, 1990.
- Obras Completas de José Martí*, Editorial Ciencias Sociales. Instituto Cubano del Libro, La Habana. Vol. 11, pp. 64-76, 1975.
- Poey y Aguirre, A., *Tablas cronológicas de los temblores de tierra sentidos en la Isla de Cuba desde 1551 a 1855*. París (en francés), 1855a.
- , *Suplemento a las tablas cronológicas de los temblores de tierra sentidos en la Isla de Cuba desde 1551 a 1855*. París (en francés), 1855b.
- , *Catálogo cronológico de temblores de tierra sentidos en las Indias Occidentales de 1530 a 1817*. París (en francés), 1857.
- Reid, H.P. "The mechanism of the earthquake. The California earthquake of April 18, 1906". *Report of the Invest. Comm.*, vol. 2, Cornege Institution of Washington, D.C., 1910.
- Serrano, M. y Alvarez, L., "Desarrollo de la sismología instrumental en Cuba". En: *Investigaciones sismológicas en Cuba*, No. 4, pp. 5-20, Instituto de Geofísica y Astronomía, ACC, 1983.
- Udías A. "Evolución histórica de las teorías sobre el origen y mecanismos de los terremotos". En: *Mecanismo de los terremotos y tectónica*. Editores: A. Udías, D. Muñoz y E. Buforn. Univ. Complutense de Madrid, 232 pp. 1985.
- Viñes, B. y Salterain, P., *Excursión a Vuelta Abajo de Viñes y Pedro Salterain con ocasión de los fuertes temblores de tierra ocurridos en la noche del 22 al 23 de enero de 1880*. Ediciones "La Voz de Cuba", La Habana. 68 pp., 1880.