

DATOS PARA LA HISTORIA DE LAS INVESTIGACIONES Y DE LA EVOLUCION DE LAS IDEAS GEOLOGICAS SOBRE LA SIERRA DE LOS ORGANOS.— Humberto F. Alvarez Sánchez y Mabel F. Rodríguez Romero.

RESUMEN. En este trabajo se brinda una panorámica histórica de la evolución de las ideas y el progreso en el conocimiento geológico sobre la Sierra de los Organos, principalmente en los campos de la Tectónica y Estratigrafía. Con este fin se destacan algunos momentos culminantes y se toman, como punto de referencia, ciertos trabajos de reconocida relevancia que sirven para enfatizar los ritmos fundamentales del pensamiento geológico y el nacimiento y desarrollo de las ideas principales. De este modo se revelan las raíces de la polémica entre aloctonistas y autoctonistas, muy típica de los estudios sobre la Sierra de los Organos, y las tempranas bases de su solución. Se señala la utilidad práctica y necesidad de un enfoque histórico en la solución científica de los problemas geológicos y se enuncia la validez del esquema dialéctico.

1. Introducción

Un aspecto que, por lo común se trata con cierto descuido en los estudios sobre la geología de Cuba es el análisis histórico de la evolución de las ideas sobre una región determinada sujeta al interés de los investigadores. Tal situación es de lamentar si pensamos en lo útil que resulta a la solución de un problema geológico al poderlo considerar en su perspectiva histórica. Cuando el objeto investigado resulta ser una complicada cordillera montañosa como, por ejemplo, la Sierra de los Organos, la cual es un punto focal de la geología de toda Cuba, se revela la conveniencia metodológica de proceder de acuerdo al principio señalado. Cuando así obramos se evidencian múltiples aspectos de gran interés para la orientación de las investigaciones, vemos los antecedentes y también la recurrencia de muchas ideas y se hacen palpables los nudos fundamentales de viraje que trajeron nuevas líneas de progreso. Poco es lo que puede exagerarse, el interés de proceder a realizar este tipo de estudios de carácter histórico cuya importancia, incluso práctica, parece indiscutible. Los autores desean ilustrar este punto de vista utilizando para ello sus apuntes que en el futuro podrán ser completados por investigadores más acuciosos, sobre la evolución de las ideas geológicas en la Sierra de los Organos. Para ello centraremos nuestra atención en aspectos fundamentales, sobre todo, la estratigrafía y la tectónica de la Cordillera. Las siguientes páginas, por tanto, no son una crónica completa de todos los trabajos realizados; sino un grupo de datos seleccionados con arreglo a la idea central de mostrar el proceso de nacimiento de las ideas y sus bases de antecedencia. Es también un objetivo de los autores corregir ciertas inexactitudes, elaborar algunos elementos de crítica histórica; pero sobre todo, rendir tributo al mérito de los investigadores que han realizado los aportes principales iniciales al conocimiento de la muy compleja, pero apasionante geología de la Sierra de los Organos.

2. Evolución de las Ideas Estratigráficas sobre la Sierra de los Organos

2.1. Desde D. Manuel Fernández de Castro a Karl Krommelbein

Hay que retroceder al siglo pasado para encontrar los primeros datos sobre la geología de la Sierra de los Organos. Estas primeras informaciones, efecti-

vamente, se remontan a la época en que la propia geología era una ciencia nueva y los principios de la estratigrafía apenas estaban elaborados. Tan tempranos esfuerzos que establecieron las bases del conocimiento geológico de esa región se deben a hombres que, como D. Manuel Fernández de Castro y D. Pedro Salterain y Legarra ahora están un poco olvidados como fundadores y precursores de los trabajos posteriores. Sus nombres, sin embargo, son a menudo citados en muchos informes inéditos sobre la Sierra de los Organos. Estos informes suelen estar encabezados por crónicas más o menos detalladas que retroceden casi siempre hasta la época de las primeras observaciones geológicas realizadas por el célebre alemán A. von Humboldt. Pero, como más frecuentemente ocurre, dichas crónicas han sido escritas de modo un tanto rutinario y apresurado y contienen algunos errores e inexactitudes. Precisamente uno de los más comunes errores consiste en la enraizada creencia de que fue Humboldt quien primero supuso la edad Jurásica principal de las calizas de la Sierra de los Organos. Esta suposición no es real. A. von Humboldt, en su "Ensayo Político Sobre la Isla de Cuba", publicado en París en 1826 dice: "La parte central y occidental de la Isla contiene dos formaciones de la caliza compacta, una de arenisca arcillosa y otra de yeso. La primera de ellas presenta (no diré por su edad relativa o por su superposición que no conozco, sino por su composición y su aspecto), alguna semejanza con la formación del Jura. Es blanca y de un amarillo de ocre claro, quebradizo ya conchudo, ya liso; y se divide en capas harto delgadas que presentan algunos bultos, muchas veces huecos de sílice pirómico. . . No hallé capas oolíticas, sino capas porosas y casi huecas entre el potrero del Conde de Monpox y el puerto de Batabanó, semejante a las capas esponjosas que presenta el calizo jurásico en Franconia, cerca de Dunderf, Pegnitz y Tumbach. . ." De esta cita se puede colegir claramente que Humboldt no pensaba en absoluto en las oscuras calizas de la Cordillera.

Lo cierto es que las primeras especulaciones sobre la presencia de rocas jurásicas en las montañas de Los Organos fueron expuestas por el geólogo español Don Manuel Fernández de Castro a partir de 1869 y después, conjuntamente con su compatriota Don Pedro Salterain y Legarra, con quien publicó el segundo Croquis Geológico de Cuba en 1884.

Afirma Fernández de Castro en su "Catálogo de los Fósiles de la Isla de Cuba" publicado en los Anales de la Academia de Ciencias de La Habana en 1876. . . "Que la época secundaria está representada en Cuba es ya un hecho indudable, porque se han encontrado fósiles característicos como son los Ammonites en una caliza oscura muy compacta". Y más adelante: "Sospecho que son Triásicas las rocas que constituyen dos extensas fajas a uno y otro lado de la Formación Jurásica que contiene los restos de Ammonites y corren desde el S.O. de Mantua hasta el N.E. de los Baños de San Diego". Por fin señala Fernández de Castro: "El período Jurásico, como acabo de indicar, está principalmente constituido por una caliza o marga oscura, que varía en su colorido desde el gris rojizo o aplomado hasta el negro de las pizarras carbonosas, cuya estructura suele tomar. Algunas de estas calizas son bituminosas, fétidas, exhalan un fuerte olor a huevo podrido cuando se golpean; olor del que participa el espato calizo que las atraviesa en forma de venas. En ciertas localidades dan un carácter especial a estas rocas unas capas más o menos delgadas, a veces muy dilatadas de ftanita o jaspe negro.

Fernández de Castro fue un observador muy agudo y adelantado a su tiempo puesto que, no sólo es correcta su opinión expresada sobre las calizas sino también se aproximaron a la realidad sus juicios sobre las franjas rocosas que

por el Norte y el Sur enmarcan a la Sierra de los Organos propiamente dicha; más tarde las franjas principales de propagación de la Formación San Cayetano. Hizo notar las diferencias de relieve, vegetación y toponimia para diferenciar las rocas que estudió con tanta perspectiva, criterios que aún hoy nosotros utilizamos. Estos numerosos méritos han sido olvidados y merecen ser recordados nuevamente.

Al finalizar la Guerra de Independencia en 1898, el gobierno interventor norteamericano del General Leonard Wood gestionó la creación de una comisión geológica para estudiar los recursos minerales de la futura neocolonia. Dicha comisión, formada por los geólogos Ch. Willard Hayes, T. Wayland Vaughan y el mineralogista Arthur C. Spencer, estuvo en Cuba tres meses. En 1901 fueron publicados los trabajos de esta comisión (*Report on a Geological Reconnaissance of Cuba*) que en lo concerniente a la confirmación de la presencia del Jurásico en las montañas de los Organos es discrepante. A pesar de que los datos de Fernández de Castro les eran conocidos. Hayes y Vaughan parecen no haberlos considerado suficientemente argumentados y presentaron su opinión de que las calizas de la parte axial de la Sierra de los Organos eran Paleozoicas, por lo visto sin pruebas de ninguna clase. Tampoco tuvo mucho éxito la concepción de la estructura elaborada por Hayes y Vaughan, quienes consideraban la cadena montañosa en la zona de Viñales, "como una gran silla isoclinal con las calizas en el núcleo y las formaciones terrígenas descansando en los flancos" (Krömmelbein, 1962).

El problema de la existencia de las rocas Jurásicas en la Sierra de los Organos quedó definitivamente resuelto, gracias a los trabajos del sabio cubano Carlos de la Torre dirigidos al estudio de los ammonites colectados en Puerta del Ancón, Sierra de Viñales. Los resultados del estudio sistemático de estos restos fueron dados a conocer por De la Torre en trabajos y comunicaciones elaborados entre los años 1908 y 1910; sobre todo en su trabajo "*Comprobation de L'Existence d'Un Horizon Juracique dans La Région Occidentale de Cuba*" presentado en el Congreso Geológico de Estocolmo de 1912.

A partir de esta fecha y por el estímulo recibido gracias a los nuevos e interesantes datos publicados por el Dr. De la Torre, las investigaciones geológicas adquieren un ritmo más sostenido, motivado también por las necesidades de la naciente economía minera.

De modo que entre los años 1910 y 1920, gracias a diferentes contribuciones, se dieron varios pasos importantes en la construcción del esquema estratigráfico de la Sierra de los Organos tal como hoy lo conocemos. En este sentido es de obligada mención el trabajo de Everett L. De Golver (1918) donde se nombraron las formaciones San Cayetano y Viñales, unidades clásicas de la estratigrafía cubana, aunque debemos recordar que la edad correcta de la primera no fue dada sino mucho después, puesto que De Golyer pensó que San Cayetano descansaba sobre la "Caliza Viñales" más antigua. A este período también pertenecen las contribuciones de B. Brown y M. O'Connell ("*Discovery of the Oxfordian of Western Cuba*" y "*Correlation of the Jurassic formation of Western Cuba*") (1919, 1922) y el notable trabajo de M. Sánchez Roig "*La Fauna Jurásica de Viñales*" (1920). Un excelente y completo examen de las discusiones alrededor de la posición estratigráfica de las secuencias terrígenas y calcáreas de la Sierra de los Organos, el valor de especies de ammonites, y las relaciones entre las unidades litoestratigráficas que recién comenzaban a estudiarse, está dado para esa época y años posteriores en el libro de Bermúdez "*Las Formaciones Geológicas de Cuba*" (Bermúdez, 1961).

En el año 1933 visitó la provincia de Pinar del Río una expedición de la Universidad de Utrecht dirigida por el conocido profesor L. M. Rutten. Los resultados de las investigaciones de esta expedición fueron publicados en Holanda por L. W. J. Vermunt en 1937. Las ideas geológicas de Vermunt sobre la Sierra de los Organos merecen la mayor atención. El primer esquema, por rudimentario que fuera, de las estructuras tangenciales de la Sierra* fue presentado por Vermunt. La posición de las serpentinitas en las superficies de los sobrecorrimientos, las inclusiones de rocas "extrañas" en el seno de los cuerpos de estas rocas, así como otros aspectos fundamentales y aún actuales de la geología de esta región fueron tratados en el informe. Como quiera que el trabajo de Vermunt fue publicado y posteriormente traducido por Brodermann y Pérez y editado en Cuba, tenemos aquí una referencia a la estructura de "manto" de la "Sierra de los Organos que estuvo disponible para los geólogos de aquella época y de las posteriores. Una referencia, por otra parte, apoyada en un estudio sobre el terreno que alcanzaron las principales localidades con la manifestación de tales rasgos de la estructura regional. Otra idea discutida por muchos, casi hasta la actualidad, la presencia de movimientos tectónicos del Jurásico en la Sierra de los Organos, fue publicada en 1943 por R. W. Imlay (Jurassic Formations of Gulf Region). Imlay suponía un hiato entre las Formaciones San Cayetano y Viñales provocado por movimientos simultáneos con la "Orogenia Nevádica" del Pacífico de los Estados Unidos. Esta idea más tarde fue rechazada por Palmer (1945) quien consideraba que la primera orogénesis y la más importante ocurrió después de la acumulación de la "Caliza Viñales", que de este modo quedó cabalgada sobre los depósitos "más jóvenes" de San Cayetano.

Durante el año 1945 Robert H. Palmer publicó una de las principales y más conocidas contribuciones al conocimiento geológico de la Sierra de los Organos (Outline of the Geology of Cuba). El tiempo se ha encargado de poner en claro algunos errores estratigráficos del Dr. Palmer que quedaron reflejados en este trabajo; mas el nombre de este investigador eminente está ligado íntimamente a la historia de las investigaciones geológicas de la Sierra de los Organos, del mismo modo que está ligada su memoria al progreso de las ciencias geológicas en Cuba como uno de sus tempranos promotores y animadores.

Palmer supuso la Sierra de los Organos como una estructura anticlinal, en cuya parte nuclear se encuentran las "Calizas Viñales" sobre las cuales yace, estratigráficamente, la Formación San Cayetano del Cretácico Medio. Según Palmer, las calizas oscuras de Viñales cabalgan sobre las rocas de San Cayetano debido a extensos movimientos dirigidos de norte a sur. Independientemente de la concepción que él tuvo de la dirección principal de los movimientos, varias superficies de sobrecorrimiento de la Sierra de los Organos están correctamente representados en sus gráficos y figuras. La Formación Jagua del Oxfordiano, otra de las unidades clásicas de la estratigrafía regional, fue propuesta por Palmer para nombrar el horizonte del que se derivaron los ammonites oxfordianos estudiados por Brown y O'Connell. Hasta donde sabemos, la primera referencia a la "Falla Pinar del Río" aparece en el artículo de Palmer (1945) como una noción precisa acerca de este problemático accidente. Palmer le llamó "Pinar Overthrust". La componente de empuje de esta falla se operó, según él, de norte a sur; una idea que se insertaba bien en sus concepciones de un empuje fundamental del bloque formado por el Golfo de México contra Cuba. A Palmer le llamó la atención el importante reentrante de la isobata de 1 000 brazas que se observa entre la Florida y el occidente de Cuba. Pensó que la incurvación del brazo occidental del arco cubano estaba estrechamente ligada con ese

llamativo rasgo del contorno de los bajos fondos marinos en el Golfo. A nuestro juicio aún no se ha estudiado debidamente esta idea de Palmer, una de las figuras más prestigiosas y justamente admiradas de las primeras etapas del conocimiento geológico de Cuba.

La década del 50 fue muy fructífera en los estudios geológicos de la Sierra de los Organos y algunas de las principales contribuciones a su conocimiento estratigráfico-estructural se realizaron en ella. Durante esta época se registró una intensa actividad de las compañías concesionarias petroleras y mineras, que actuaban sobre el terreno directamente o financiaban la visita de investigadores individuales atraídos por el singular interés de los problemas geológicos de la Cordillera, dados a conocer en las publicaciones de las décadas anteriores. También algunas sociedades científicas y universidades participaron en las investigaciones sobre el terreno en expediciones pequeñas.

Pero una característica de esta época es que la gran mayoría de una serie de importantes investigaciones nunca fueron publicadas o lo fueron muy tardíamente. Esto tenía una estrecha relación con la lucha de concurrencia de las diferentes compañías, que realizaban las investigaciones por el sistema de "concesiones" y competían intensamente en el terreno económico y técnico. Así ocurrió con los resultados de los trabajos de muchos geólogos como J. Low, A. Meyerhoff, R. Kingston, P. Truitt, P. Bronnimann, R. Englemann, C. W. Hatten y muchos otros.

En 1952 Julian Low y Arthur A. Meyerhoff confeccionaron un mapa 1:40 000 de una gran parte de la Sierra de los Organos, en el que conservaron la nomenclatura de los autores anteriores como De Golyer, Dickerson y Butt, Palmer, Imlay y otros. De este modo los nombres formales como Viñales, Jagua, San Cayetano fueron mantenidos en sus informes privados. Es curioso que aún hasta ese año se mantenía la opinión sobre la edad Post-Viñales de la Formación San Cayetano. No hay grandes avances estratigráficos en el trabajo de estos autores, pero la imagen de las principales unidades estratigráficas de la Sierra representadas a grandes rasgos, en un mapa de la escala señalada, es muy sugestiva. Esto marcó el fin de la etapa caracterizada por los mapas sinópticos y de reconocimiento a pequeñas escalas y el comienzo de la cartografía geológica a escalas medias, sin lo cual un mayor progreso en esta región no era posible.

A este trabajo siguieron los de R. Kingston en 1954 y P. Truitt en 1955. R. Kingston confeccionó diagramas-bloques, cortes estructurales y uno de los primeros, si no el primer mapa geológico-resumen a escala 1:40 000, que contenía la información de muchos de los trabajos anteriores realizados para la aclaración de la estructura de las montañas de los Organos. A continuación, también en 1955, P. Truitt, uno de los geólogos de más vasta experiencia y dilatada actuación en Cuba, trabajó en la parte central de la Sierra de los Organos. En su informe "Preliminary Report of the Viñales Area", Truitt precisó las descripciones del contenido litológico de las unidades estratigráficas reconocidas en la región y realizó un análisis de las relaciones faciales de los depósitos isócronos entre la Sierra de los Organos y la Sierra del Rosario. Probablemente el primer intento de esta clase.

En la segunda mitad del año 1955, durante los meses de agosto a diciembre, la Sierra de los Organos fue visitada por los profesores de la Universidad de Frankfurt del Meno Herbert Lehmann, Karl Krömmelbein y el botánico W. Lotschert, bajo los auspicios de la Sociedad Alemana de Investigaciones. Los resultados de este trabajo, expuestos más tarde por Krömmelbein, se pueden considerar como importantes contribuciones al conocimiento de la geología de

la Sierra. El trabajo geológico de la comisión estuvo apoyado por la utilización de fotos aéreas; una de las primeras ocasiones, si no la primera en que se procedió al descifrado geológico de las fotos aéreas en la Sierra de los Organos.

Según Krömmelbein, la Formación San Cayetano, erróneamente referida por De Golyer, Palmer y otros al Cretácico, estaba colocada mucho más bajo en el corte y transicional hacia la Formación Jagua del Oxfordiano. La opinión de Krömmelbein se apoyaba sólidamente en su rallazgo personal de *Lamelibranchios* del género *Trigoniidae* en bancos de areniscas en las cercanías del pueblo de San Cayetano. Por esto opinó que la Formación representaba solamente la parte superior del Dogger y la inferior del Oxfordiano.

El examen del contenido litológico de San Cayetano condujo a Krömmelbein a considerar que esta unidad se había depositado en un medio continental predominante. Señaló que la Formación San Cayetano tenía sus equivalentes en las partes altas del Grupo Todos Santos de Guatemala y quizás las partes altas de la Formación Huizachal de México, una observación que se repitió más tarde con frecuencia. Las Formaciones Jagua y Viñales fueron estudiadas con cierto detalle. Viñales fue considerada del Portlandino sobre la base de los microfósiles estudiados por P. Brönnimann y del Cretácico Inferior probable su parte alta. Otras observaciones de valor estratigráfico fueron la individualización de las secuencias silíceas (*Hornstein beds*) de supuesta edad Cretácico Superior y en compañía de P. Truitt, la localización de un horizonte de "calizas rojizas" con microfauna del Eoceno Inferior, determinada por Brönnimann, en el Valle del Ancón, al noroeste de Viñales. Los lectores familiarizados con la geología de estas regiones reconocerán aquí sin dificultad las unidades "Canalete" y Ancón de los autores posteriores.

Las observaciones de Krömmelbein se extendieron a los problemas de las rocas metamórficas y magmáticas de la Sierra de los Organos y a la posición de las serpentinitas. La banda de rocas metamórficas que enmarcan el borde sur de la Sierra fue correctamente interpretada por Krömmelbein como secuencias San Cayetano y Jagua + Viñales metamorfizadas, y no como afloramientos de un cierto "Complejo Basal" como previamente algunos pensaban. Las opiniones sustentadas sobre todos estos problemas se aproximaron considerablemente al nivel de los conocimientos actuales.

La concepción estructural presentada por Krömmelbein, fundamentada por varios perfiles extensos trazados a través de la Sierra de los Organos, muestran numerosos puntos de interés. El reconoció acertadamente la existencia del sistema de superficies tectónicas que separan las cadenas individuales de la Sierra de los Organos así como los planos transversales que desplazan a éstas. Interpretó los extensos accidentes de rumbo como "fallas" inversas escarpadas que acercaron las secuencias de distinta edad y facies. Estos accidentes dividieron la Cordillera en zonas de "escamas" (*Suppen*) con unos pocos kilómetros de anchura, orlados por cuerpos de serpentinitas con inclusiones metamórficas y de rocas de la "Formación Habana" fuertemente aplastadas y trituradas. A pesar de estas observaciones esencialmente correctas, Krömmelbein (quien ya contaba con suficiente base estratigráfica para ello) no llegó a representarse la estructura en mantos que forma el esquema tectónico fundamental de la Sierra. La entendió como un gran anticlinal asimétrico con el ala sur suavemente buzante y la norte fuertemente comprimida e imbricada. Esto no resta mérito a la importante contribución realizada por la comisión alemana y por Krömmelbein en particular, al conocimiento geológico de la región. Sus ideas estructurales tuvieron rápida continuidad en el trabajo de P. Truitt y P. Brön-

nimann de 1956, "Geology of Pinar del Rio and Pinos Island", en cuyos cortes se muestra una estructura de escamas imbricada condicionada por empujes tangenciales aplicados de norte a sur. De este modo se define bien un grupo de autores que entre los años 1952 y 1957 tenían puntos de vista claramente "autoctonistas" acerca del estilo tectónico fundamental de la región. Por consiguiente, la imagen estructural de la Sierra de los Organos hasta ese momento respondía a tres representaciones fundamentales, a saber:

- sencillas estructuras plegadas más o menos complicadas por fallas como en De Golyer (1918), Dickerson (1933), Spaenhauer (1946) y otros;
- estructuras de sobrecorrimiento como en Vermunt (1936) y Palmer (1945);
- estructuras imbricadas limitadas por fallas de empuje de fuerte inclinación como en Krömmelbein, Truitt y Brönnimann.

2.2. Recuperación "aloctonista" de Hatten y Rigassi y Perfeccionamiento del Esquema Estratigráfico de la Sierra de los Organos

Llegamos al año 1957 en el cual ocurren avances sustanciales en el proceso de revelación de las estructuras de la Sierra de los Organos y en el comienzo del perfeccionamiento de su esquema estratigráfico. En este año, cuando dio fin a sus investigaciones en la región el geólogo Charles W. Hatten (*Geology of the Central Part Sierra de los Organos*). El trabajo de Hatten es tan completo y preciso que ningún aspecto fundamental de los problemas geológicos de la Sierra dejó de ser considerado. Significó, sin duda, una circunstancia lamentable que esta brillante contribución no fuera publicada en el año en que se concluyó y que más tarde tampoco se haya procedido a conmemorar este notable desacierto.

La campaña cartográfica de Hatten está representada en un mapa 1:40 000, que contiene la representación de las unidades litoestratigráficas desde la región de los Valles de Quemado y Pons hasta la zona de San Andrés-La Palma, en el extremo oriental de las montañas de los Organos. La exactitud de este trabajo no fue superada incluso por campañas cartográficas muy posteriores a la suya. En este mapa se mostró un esquema unificado de la estratigrafía de la Sierra de los Organos, libre de muchas de las oscuridades y confusiones previas de los fragmentarios estudios anteriores. Las descripciones de las viejas unidades, tales como las Formaciones San Cayetano, Jagua y Viñales fueron ampliadas y precisadas. Hatten adicionó numerosas nuevas unidades al esquema estratigráfico regional. Entre ellas la Formación Azúcar de calizas coquinoideas y pseudoolíticas, anteriormente la parte inferior de Jagua; la Formación Pons de calizas y silicitas de aguas profundas del Cretácico Superior, la Formación Peñas de la misma edad y litología similar, y el Grupo Pinar, compuesto por las Formaciones Ancón, Manacas, Chert de Canalete y Wyldflysch Vieja; una asociación de Formaciones cuya génesis y edad es una clave en la tectónica y paleogeografía de la Sierra de los Organos. Las conclusiones tectónicas de Hatten difieren, en más de un aspecto importante, de las emitidas previamente, aunque establecen una continuidad con las ideas sustentadas por Vermunt y Palmer. Hatten se opuso a las interpretaciones marcadamente "autoctonistas" con carácter bastante exhaustivo. Numerosas investigaciones del corte estratigráfico, varias ventanas tectónicas y testigos erosivos de los nappes fueron descritos en diferentes lugares de las montañas. Por primera vez se utilizó una nomenclatura para los mantos individuales, de los cuales Hatten distinguió ocho unidades: Ancón, Viñales, El Abra, Manacas, San Cayetano, Esperanza, Guajaibón y

San Vicente; cada uno de ellos con un perfil estratigráfico facial determinado y una definida posición estructural. Varias cuestiones abordadas por Hatten en su informe tocan aspectos muy actuales de la geología de la Sierra de los Organos. Véanse sus razonamientos acerca de las formas de emplazamiento de las serpentinitas que conferían un destacado papel a la removilización de las ultramafitas serpentinizadas y su "mezcla" con las rocas parietales atravesadas; su interpretación de los mecanismos de formación de los horizontes "caóticos" conectados con el avance de los mantos sobre las mismas depresiones rellenadas por sus detritos; sus argumentaciones del significado de la estrecha asociación espacial y temporal del flysch, las formaciones de chert y las serpentinitas en la evolución estructural de la Sierra de los Organos. Se trata de temas de importancia trascendental para la solución de los problemas geológicos de esa cadena montañosa, con los cuales no se agotan todos los aspectos principales que Hatten abordó en su estudio con criterios de gran profundidad y originalidad. Puede no estarse de acuerdo con una serie de aspectos de las ideas de Hatten sobre los detalles de la estructura, o con cualquiera otra de sus conclusiones, mas no cabe duda alguna de que el estilo tectónico "tangencial" de la Sierra de los Organos quedó definitivamente probado en su trabajo. Sus ideas y argumentaciones contribuyeron de un modo destacado al avance del conocimiento geológico de la Sierra de los Organos. También durante el período de 1957 a 1958 otro geólogo, Danilo Rigassi-Studer, visitó la Sierra de los Organos y llegó de manera independiente a conclusiones muy similares a las de Hatten. Los resultados de Rigassi-Studer, en cambio, sí fueron dados a conocer en dos publicaciones entre 1961 y 1963 ("Quelques Vues Nouvelles Sur la Geologie Cubaine" y "Sur la Geologie de la Sierra de los Organos"), ampliamente comentadas y divulgadas. En estos trabajos el estilo tectónico de la Sierra de los Organos es examinado en detalle, para lo cual Rigassi-Studer estaba excelentemente preparado por sus experiencias previas y familiaridad con la geología de los Alpes. Mientras, los resultados de Hatten permanecían inéditos y conocidos por muy pocos, mas Brönnimann informó a Rigassi-Studer las esenciales semejanzas de sus conclusiones y las de Hatten.

Rigassi-Studer compara nuevamente la Formación San Cyetano con las capas de Todos Santos (después de Krömmelbein) y supone que esta Formación descansaba primitivamente sobre "serpentinitas paleozoicas". La fuente de los sedimentos de San Cayetano serían "los terrenos Variscos metamorfizados" que forman los macizos de Isla de Pinos y Trinidad-Sancti Spiritus (que ahora conocemos que son secuencias metamorfizadas del Mesozoico).

El examen realizado sobre el terreno convenció rápidamente a Rigassi-Studer de que la Sierra de los Organos estaba caracterizada por una estructura de "nappes" con la dirección SSE al NNO de los traslados principales. Los elementos de esta tectónica fueron identificados en varias localidades (ventanas de Peña Blanca y de San Carlos).

Lo esencial de la concepción tectónica de Rigassi-Studer se encuentra resumido en su artículo de 1963: La historia geológica de la región debuta con la acumulación de la Formación San Cayetano, derivada de un basamento cristalino Varisco situado al sur de Cuba y de probables cuerpos de granitoides emplazados al norte de Isla de Pinos, en el Golfo de Batabanó (esto último una información que data de un trabajo de Dickerson de 1936). A la sedimentación de San Cayetano sucede la acumulación, en régimen pelágico, de las secuencias de carbonatos. En el Cretácico Superior ocurren desplazamientos del eje del geosinclinal hacia el norte y potentes acumulaciones vulcanógenas ocupan la

Zona de Bahía Honda. En el Cretácico terminal y en el Eoceno temprano, en condiciones de una fuerte inestabilidad tectónica, se forman los depósitos de flysch con numerosas escamas de serpentinitas, coladas volcánicas y bancos gruesos de turbiditas.

La pendiente estructural, supuesta entre la zona emergida del Golfo de Batabanó y las depresiones situadas al norte, es suficiente para desencadenar una tectónica de despegue y deslizamiento de gran envergadura. Tales acontecimientos ocurren a partir del Senoniano. Hacia el sur, en la "Zona Radical" se formó una cuenca por denudación tectónica, rellena por las molasas y las acumulaciones someras, en régimen nerítico-arrecifal, del Oligoceno-Mioceno.

Este es, en resumen, el punto de vista de Rigassi-Studer, quien comparo a la Sierra de los Organos con ciertas unidades pre-alpinas de los Alpes Occidentales, pero sobre todo con la estructura de la Isla de Timor, en el arco de Banda.

Las unidades de manto reconocidas por Rigassi-Studer son las siguientes:

Autóctono. Formado por las secuencias de la Sierra del Rosario que yacen bajo los sobrecorrimientos de la Sierra de los Organos (este concepto también había sido enunciado por Hatten y Meyerhoff en 1956 en un breve trabajo inédito).

Elemento Sierra Quemado-Sierra Tumbadero-San Andrés. Compuesto de secuencias semejantes al corte de la Sierra del Rosario, con ausencia de la Formación Jagua, reducido de potencia y desarticulado.

El desplazamiento apreciado alcanza diez kilómetros.

Elemento Sierra Sumidero-Sierra Viñales. Formado por potentes secuencias de las Formaciones Jagua y "Calizas de Viñales", trasladado sobre un relieve preexistente y con una amplitud de desplazamiento entre diez y quince kilómetros.

Elemento Ancón. Constituido por secuencias de las Formaciones San Cayetano, Jagua, Viñales y del flysch. El desplazamiento, medido entre la ventana de San Felipe y la Sierra de Galeras, alcanza quince kilómetros.

Elemento Cayetano. Integrado por grandes espesores de la Formación San Cayetano. Este elemento consta de una zona radical aflorada al NO de la ciudad de Pinar del Río y una zona frontal en las cercanías de Mantua. El desplazamiento tangencial de este manto fluctúa entre veinte kilómetros (región de Viñales) y cincuenta kilómetros (Zona de Mantua).

Hay tres aspectos fundamentales en la contribución de Rigassi-Studer que nos interesa destacar aquí, por su novedad dentro de los estudios previos. Por primera vez los conceptos de la "Tectónica gravitacional", en sus elementos básicos (despegues, influencia de la competencia relativa y disposición de los elementos estructurales y depresiones) son aplicados a la Sierra de los Organos. También se ha planteado por primera vez el concepto de "corrimiento sobre relieve" y, por último, la existencia de "diverticulaciones" es insinuada por Rigassi-Studer en las palabras finales de su artículo de 1963.

En este periodo, durante 1961, también se publicó un importante trabajo en el campo de la estratigrafía que, de cierto modo, actuó como un complemento de las dos investigaciones anteriormente reseñadas. Se trata del conocido trabajo de Nicolás M. Herrera, dado a conocer en las páginas de la Sociedad de Ingenieros.

Generalmente se admite que Herrera utilizó el informe inédito de Hatten, reelaborando diversos resultados de esta fuente dándolos a conocer como propios. Es lamentable que tal aseveración arroje una sombra sobre las contribuciones

realizadas por Herrera al conocimiento estratigráfico de la Sierra de los Organos, las cuales no deben ser ignoradas. Herrera aportó observaciones propias; sobre todo, una subdivisión más detallada de los depósitos del Jurásico que no estaba contenida seguramente en informe alguno previamente elaborado. El realizó el primer ensayo para establecer unidades de rango superior en la estratigrafía regional. Tal es su proposición y definición del Grupo Cayetano, compuesto de las Formaciones Matahambre y Jagua, así como la subdivisión de esta última en varios miembros. Principalmente es importante la definición de la unidad Grupo Viñales. Como Herrera lo entendió, el Grupo Viñales comprende las Formaciones Guasasa (Portlandiano-Albiano) y Minas (Albiano-Coniaciano). La Formación Guasasa fue dividida en dos miembros; San Vicente, compuesto de calizas gris-azulado en bancos gruesos a menudo ricas en radiolarios y ammonites y el Miembro Tumbadero de litología similar, pero de más fina estratificación, con la participación de pedernales estratificados o lenticulares. A propósito, en relación con las calizas bien estratificadas de la Sierra de los Organos, es curioso como posteriormente evolucionó su nomenclatura estratigráfica. A pesar de que la subdivisión de Herrera era muy conocida y fue publicada en un medio apropiado, muchos autores posteriores ignoraron estos datos y utilizaron el nombre "Formación Artemisa" para las calizas estratificadas de la parte alta del corte; a pesar de que este nombre establecido por Lewis (1932) para una secuencia de calizas y lutitas oscuras de la Sierra del Rosario no tienen ocurrencia conocida en la Sierra de los Organos.

Las restantes subdivisiones propuestas por Herrera comprenden las Formaciones Ancón y Pinos. La Formación Ancón, según Herrera, se extiende desde el Campaniano hasta el Eoceno Inferior, mientras que la Formación Pinos, suprayacente fue acumulada en el intervalo Santoniano-Eoceno Inferior. Esta parte de la columna de Herrera, como es conocido, coincide en gran parte con la unidad Grupo Pinar de Hatten y su Formación Ancón, litológicamente hablando, es prácticamente la misma unidad utilizada por ese autor.

La principal y más definitiva contribución del trabajo de Herrera consiste evidentemente en la división tripartita del corte estratigráfico de la Sierra de los Organos. Esta división, independientemente de las naturales impresiones del momento histórico, representó una base fundamental para todos los estudios estratigráficos posteriores. Este hecho se ha comprobado plenamente con los más recientes estudios de la región.

Al arribar a los primeros años de la década del 60 tal era el grado de conocimiento geológico alcanzado en la Sierra de los Organos. Hemos tratado de sintetizarlo utilizando algunas investigaciones particularmente significativas. No son, por supuesto, las únicas. Por la época en que fueron conocidos los últimos trabajos reseñados ya había comenzado otra importante etapa de los estudios geológicos de la Sierra de los Organos. Los autores estiman que dicha etapa, marcada por el arribo de numerosos equipos de geólogos del Campo Socialista, así como la intensa actividad de nuestras instituciones científicas nacionales, aún no tiene una conclusión apropiada para ensayar la síntesis histórica. Los logros alcanzados en esta etapa son ingentes y necesitan un estudio especial que escapa a los marcos de este artículo.

Estimamos necesario enfatizar la necesidad de elaborar reseñas detalladas que incluyan todos los restantes campos, con el fin de incorporar a las investigaciones los elementos de perspectivas históricas en el eficaz planteamiento de las investigaciones. Estas reseñas pueden y deben ser más detalladas y profun-

das que la presente que también aspira a estimular a los estudiosos de la geología de Cuba a una mayor preocupación por el tema.

3. Conclusión

La historia de algunos momentos destacados en las investigaciones estructurales y estratigráficas de la Sierra de los Organos encierra, a nuestro juicio, una enseñanza que conviene poner de manifiesto:

En las etapas iniciales del conocimiento de la región; tan temprano como en 1936 y 1945, la estructura en estilo tangencial de la Sierra de los Organos fue avizorada por Vermunt y por Palmer. El primero sobre una base estratigráfica imperfecta, pero utilizable. El segundo, en parte inspirado en un error estratigráfico que, sin embargo, no invalidó por completo su concepción.

A continuación, durante un período dilatado que duró hasta 1957, predominó un punto de vista autoctonista en la literatura y el pensamiento de los geólogos, entre cuyos representantes más notables pudiera citarse, por ejemplo, a K. Krömelbein.

Al fin, las destacadas investigaciones de Hatten y Rigassi-Studer revitalizaron los principios de una comprensión más adecuada y profunda de la complicada arquitectura de la Sierra de los Organos con resultados cuantitativa y cualitativamente nuevos. Resultados que dieron una base sólida a las audaces aproximaciones de Vermunt y de Palmer.

Es evidente que la moraleja de este esquema conduce a la siguiente reflexión que podría aparentemente ser trivial: el desarrollo de la ciencia a menudo se expresa en forma de clarividentes aproximaciones que se adelantan a su tiempo; negaciones consecuentes, y por fin, nuevas afirmaciones que regresan al punto de partida, pero con una vigorización y perfeccionamiento de los resultados iniciales. Algo que inmediatamente sugiere el cumplimiento del esquema dialéctico: Tesis - antítesis - síntesis. Una regularidad que se observa con la más notable frecuencia en el campo de la geología y que nos parece digna de la más cuidadosa atención y estudio.

Bibliografía mínima de la Sierra de los Organos para el periodo estudiado

Alvarez Conde J., 1957, *Historia de la Geología, Mineralogía y Paleontología en Cuba*. Junta Nac. de Arqueol. y Etnología. La Habana, p. 248.

-----, 1958, *Don Carlos. Vida de un Naturalista*. Publicación privada. La Habana, p. 282.

Brown B., M. O'Connell, 1919, *Discovery of the Oxfordian in Western Cuba*. Bull. Geol. Soc. of Am., vol. 30, p. 152.

-----, 1922, *Correlation of the Jurassic formations of Western Cuba*. Bull. Geol. Soc. of Am., vol. 33, pp. 639-663.

Bermúdez P. J., 1961, *Las Formaciones Geológicas de Cuba*. Geología Cubana No. 1, MMCM, La Habana, p. 160.

-----, 1964, *Adiciones a las Formaciones Geológicas de Cuba*. Rev. Téc., vol. 2, pp. 20-41.

- Butterlin J., 1956, *La Constitution Géologique et la Structure des Antilles*. Centro Nac. de la Rech. Scient. Paris. 453 p.
- Dickerson R. E., 1934, *The Relationship between the San Cayetano. Viñales Formation in the Organos mountains. Pinar del Rio. Cuba.* (inédito). Centro Nacional del Fondo Geológico. La Habana.
- Dickerson R. E. y W. H. Butt, 1935, *Cuban Jurassic*. AAPG., Bull. Vol. 19, pp. 116-118.
- Fernández de Castro M., 1876, *Catálogo de los Fósiles de la Isla de Cuba*. Anales de la Acad. de Ciencias. La Habana.
- Golyer E. De., 1918, *The Geology of Cuban Petroleum deposits*. AAPG. Bull., vol. 2, pp. 133-167.
- Hatten Ch. W. y Meyerhoff A. A. 1956, *Reconnaissance Traverse Bahia Honda-San Cristóbal, Sierra del Rosario. Pinar del Río* (inédito). Centro Nacional del Fondo Geológico. La Habana.
- , 1957, *Geology of the Central Sierra de los Organos* (inédito). Centro Nacional del Fondo Geológico. La Habana, p. 48, fig. 19.
- Herrera N. M., 1961, *Contribución a la Estratigrafía de la provincia de Pinar del Río*. Rev. Soc. Cub. de Ingenieros No. 5, 1-2, pp. 2-24. La Habana.
- Humboldt A. von, 1826, *Ensayo Político de la Isla de Cuba*. Mem. Soc. Econ. de Amigos del País. No. 19.
- Imlay R. W., 1942, *Late Jurassic fossils from Cuba and their economic significance*. Geol. Soc. Am. Bull., vol. 53, No. 10.
- , 1943, *Jurassic Formations of Gulf Region*. AAPG. Bull. Vol. 27, No. 11.
- Krommelbein K. von, 1956, *Los primeros fósiles marinos (Trigoniidae Lamellibr) procedente de la Formación Cayetano del Oeste de Cuba*. senck. leth 37, pp. 331-335. Frankfurt der Meine.
- , 1962, *Beitrage zur geologischen. Kenntnis der Sierra de los Organos (Cuba)*. Sonderdruck aus der "Zeitschrift der Deutschen Geolog. gesellschaft Band 114. Seite 92-120.
- Palmer R. H. 1945, *Outline of the Geology of Cuba*. Jour of Geol. Vol. 53, No. 1.
- Rigassi-Studer D., 1963, *Sur la Geologie de la Sierra de los Organos, Cuba*. Extrait des archives de Scienc. Genève, vol. 16, fasc. 2, pp. 339-350.
- Sánchez Roig M., 1920, *La Fauna Jurásica de Viñales*. Secrét. de Agric. Boletín Especial, p. 61, lám. 23.
- Torre C. de la, 1910-1911, *Excursión Científica a Viñales*. Anal. Acad. de Ciencias. Habana. Vol. 47, pp. 187-191.
- , 1912, *Comprobation de L'existence d'un horizon Jurassique dans la région occidentales de Cuba*. C. R. Congr. Geol. Intern. XI Session Stockholm pp. 1021-1022.
- Truitt P., 1955, *Preliminary Report of the Viñales Area* (inédito): Centro Nac. del Fondo Geológico. La Habana.
- y Bronnimann P. 1956, *Geology of Pinar del Rio and Pinos Island*. Centro Nac. del Fondo Geol. La Habana.
- Vermunt L. W. J., 1937, *Geology of the Province of Pinar del Río. Cuba*. Geogr. Geol. Meded. Phys. Geol. Reeks, No. 13, pp. 1-60.