

PALEOBIOLOGÍA DE LA CALIZA DE CORDOBA Y ORIZABA, VER.

Por el Dr. F. K. G. MÜLLERRIED. *
Colaboración especial para el
Instituto de Biología.

PREFACIO

Desde hace tiempo, y principalmente en los últimos diez años, se usan en la ciudad de México lajas (placas) de diferentes clases de rocas, que proceden de diversos lugares de la República Mexicana y del extranjero, y que, por sus colores y atractivo aspecto, sirven de ornamentación en fachadas e interiores de edificios, tales como bancarios, mercantiles, de despachos, etc.

En ciertas lajas de color gris están incluidos bastantes fósiles, sobre todo paquiodontos, que llamaron mi atención desde el punto de vista paleobiológico.

La Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica, por el dictamen favorable de su vocal geólogo el señor ingeniero Ezequiel Ordóñez, me comisionó para llevar a cabo la investigación paleobiológica de la caliza de referencia.

La caliza procede de las canteras de Peñuela, cerca de Córdoba, Ver., y es trabajada en las marmolerías de la ciudad de México. Otras placas de caliza, de color oscuro, llenas de fósiles y usadas como piedra de ornamentación, proceden del Cerro de Escamela, cerca de Orizaba, Ver., y han sido trabajadas anteriormente, por lo cual el estudio de campo se extendió, además de la región de Córdoba, a la de Orizaba. Cerca de Orizaba, en el Cerro de Escamela, existe otra cantera grande que desde

* Del Instituto de Geología.

hace algunos años no es trabajada. De este lugar y de las canteras del Cerro de Peñuela, traje bastante material de caliza y fósiles y los examiné en el Laboratorio de Paleobiología en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de México. Además examiné las lajas pulidas de caliza en los siguientes edificios de la ciudad de México: Guardiola, Clichy, Abed, San Antonio, Santa Elena, Prendes, Jalisco, Eliseo, H. Steele, X-E-W, Farmacia México, Chapultepec, S. y R., Ile de Havre, Buick, Brasil 5, etc., y fragmentos de lajas que me fueron proporcionados por las marmolerías Navari, Ponzanelli, Piccini y Artística. Dicho examen resultó sumamente interesante por el contenido de fósiles originales cuyas descripciones y copias están incluidas en este estudio.

Efectivamente, he examinado en la superficie de las lajas pulidas aproximadamente 1,000 fósiles, y tomado copias, sobre papel calca, de 200 fósiles que sirven de base para parte del texto y para las ilustraciones de este estudio. Es de mencionarse que estas lajas de ornamentación revelan la existencia en México del género *Neoradiolites*, nuevo género conocido hasta ahora únicamente en un ejemplar incompleto de Europa. Debe indicarse que en las canteras de Orizaba y Córdoba se observa, sobre todo, la piedra cruda que no deja ver bien los fósiles, aunque se reconoce que el estudio de los bancos de caliza en estas canteras revela algo interesante respecto a la caliza y su posición geológica, sus fósiles, etc.

Damos en seguida el resultado de nuestras investigaciones.

México, D. F., mayo de 1946.

PARTE PRINCIPAL

Para sentar la base de este estudio, es indispensable exponer el desarrollo del conocimiento geológico de las regiones de Orizaba y Córdoba, lo mismo que el resultado de investigaciones anteriores sobre los estratos y fósiles y su edad geológica en los cerros de Escamela y Peñuela, en dichas regiones. Después tratamos lo relativo a la caliza en los citados cerros, en cuanto a su composición, edad, posición geológica y fósiles. Por último presentamos la paleobiología de la caliza del Cerro de Escamela, que está a 4 kilómetros al N. E. de Orizaba, y del Cerro de Peñuela, situado como 5 kilómetros al oriente de Córdoba.

I. HISTORIA DEL RECONOCIMIENTO GEOLOGICO EN LAS REGIONES DE ORIZABA

Aparentemente M. de Segura inició el reconocimiento geológico en las regiones de referencia, pues en 1839 aportó datos sobre la orografía y la hidrografía del distrito de Orizaba, que fueron publicados en 1859 (Lista de publicaciones, 37); pero antes de esta publicación, en 1858, A. Sonntag³⁸ disertó acerca del resultado de las observaciones hechas sobre el magnetismo terrestre en la región de Orizaba. Sin embargo de lo anterior, el reconocimiento geológico de las regiones de Orizaba y Córdoba fué comenzado realmente por los franceses A. Dollfus, E. Montserrat y P. Pavie¹² en su trayecto de Veracruz a México, y desde entonces a la fecha, varios autores han estudiado diferentes temas de la geología de dichas regiones.

Sobre la orografía y alturas informan: M. de Segura,³⁷ A. Dollfus, E. Montserrat y P. Pavie,¹² J. Arróniz,² G. von Rath,³³ E. Herrera Moreno¹⁷ y E. Boese.^{7, 8, 9} Acerca de los estratos y fósiles: A. Dollfus, E. Montserrat y P. Pavie,¹² M. Bárcena,^{3, 4} G. Steinmann,⁴⁰

41, 42 A. Heilprin, ¹⁶ J. G. Aguilera, ¹ G. Boehm, ^{5, 6} C. Schwager, ^{35, 36} J. Felix, ¹⁴ E. Boese, ^{7, 8} H. Douvillé, ¹³ T. W. Stanton, ³⁰ R. H. Palmer, ^{31, 32} E. Díaz Lozano, ¹¹ C. Burckhardt, ¹⁰ O. Kuehn, ²¹ A. Kuttassy, ²² H. J. MacGillavry, ²⁴ el Instituto de Geología, ²⁰ y R. W. Im-lay. ^{18, 19}

Las rocas ígneas de las regiones de referencia han sido mencionadas o descritas en las publicaciones de A. Dollfus, E. Montserrat y P. Pavie, ¹² E. Ordóñez ³⁰ y E. Boese. ^{7, 9} <

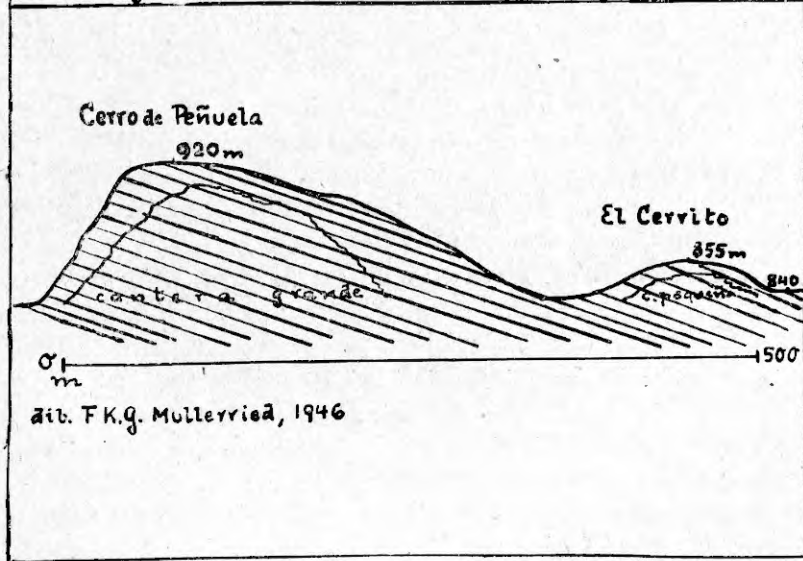
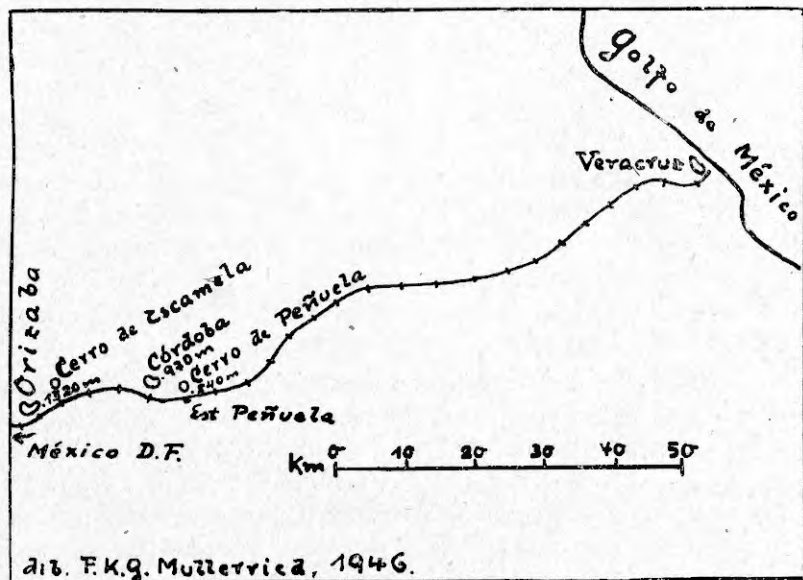
La posición geológica de sedimentos y rocas y la orogenia de las regiones han sido explicadas por A. Dollfus, E. Montserrat y P. Pavie, ¹² J. Felix, ¹⁴ y sobre todo por E. Boese, ^{7, 8, 9} y los sismos son tratados por F. Montessus de Ballore ²⁵ y C. Mottl. ^{26 a 29}

Sobre las aguas de Orizaba disertó M. Lambert, ²³ y sobre las posibilidades de la existencia del petróleo en la región de Córdoba publicó un estudio E. Díaz Lozano. ¹¹

La geología regional de Orizaba y Córdoba ha sido iniciada por A. Dollfus, E. Montserrat y P. Pavie, ¹² y contribuyeron casi al mismo tiempo J. Arróniz ² y J. A. Gallo. ¹⁵ Pero el estudio bastante completo lo hizo E. Boese ^{7, 8, 9} para el Congreso Geológico Internacional de 1906, y últimamente contribuyó E. Díaz Lozano ¹¹ a un conocimiento mejor de la geología regional al sureste de Córdoba, y la de las regiones de Orizaba y Córdoba está indicada en el Mapa Geológico del Instituto de Geología. ²⁰

2. LOS ESTRATOS Y SU POSICION, LOS FOSILES Y SU EDAD GEOLOGICA EN LAS REGIONES DE ORIZABA Y CORDOBA

De las publicaciones sobre la geología de estas regiones interesa, en este estudio, sobre todo lo referente a los estratos y fósiles y su edad geológica, por lo que se expone seguidamente la síntesis de lo conocido hasta ahora, para mostrar principalmente los problemas que quedan por resolver. Como en este estudio se tratan únicamente las calizas y fósiles de los cerros de Escamela y Peñuela, nos referimos especialmente a los citados cerros, aunque al tratar de fósiles y estratos y su edad geológica es indispensable exponer la paleontología y estratigrafía de toda la región de Orizaba y Córdoba (Fig. I).



FIGURAS 1 Y 2

1. Croquis de la situación geográfica del Cerro de Escamela, cerca de Orizaba, y del Cerro de Peñuela en la región de Córdoba, Ver.—2. Aspecto del Cerro de Peñuela, Ver., con las canteras y los bancos de la caliza, visto desde el sur.

a) *Región de Orizaba*

Sobre los estratos de esta región, dieron la primera información en 1867 A. Dollfus, E. Montserrat y P. Pavie,¹² e indicaron la presencia de la caliza del Cretácico, afirmación no comprobada por fósiles característicos. En 1875 anuncia M. Bárcena³ el hallazgo de fósiles por el ingeniero T. Barrera en el Cerro de Escamela, a saber: dos gasterópodos marinos, *Nerinea hieroglífica?* que se asemeja a *N. Castilloi* y que tal vez es de edad jurásica, y *Nerinea Goodhalli?*, y tal vez Radiolites que comprueban la edad cretácica de ciertas calizas.

En 1890 A. Heilprin¹⁶ disertó sobre el Cerro de Escamela, dando lista de los fósiles que encontró y determinó, a saber: *Hippurites* sp. indet., *Radiolites*, *Ichthyosarcolithes?*, *Caprina?*, *Ostrea virgula* Bárcena = *O.* sp. indet., *Nerinea* sp.?, *N. Castilloi*, *N. hieroglyphica* Bárcena = *N. Barcenae* Heilprin, *N. Goodhalli*, *Actaeonella* o posiblemente *Tylostoma?* y *Murex* sp. indet. Estos fósiles proceden de las calizas que según Heilprin son de edad senoniana del Cretácico superior.

En 1896 J. G. Aguilera¹ indicó la presencia de calizas del Cretácico de centenares de metros de espesor en la región de Orizaba.

Pero el primero en fijar la edad geológica de la caliza del Cerro de Escamela ha sido G. Boehm,^{5, 6} quien la consideró en 1898 como del Cenomaniano superior por el estudio de los muchos fósiles hallados por J. Felix y H. Lenk. Los bivalvos, gasterópodos y corales descritos o mencionados por G. Boehm, son los siguientes:

Bivalvia: *Ostrea* aff. *Munsoni* Hill, *Pecten* sp., *Caprina* cf. *adversa* d'Orb., *C. ramosa* G. Boehm, *C. sp.*, *Sphaerucaprina Felixi* G. Boehm, *S. Lenki* G. Boehm, *S. sp.*, *Radiolites* sp.

Gastropoda: *Nerinea* cf. *forojuliensis* Pirona, *N. sp.*

Los foraminíferos fueron determinados por C. Schwager^{35, 36} como *Nubecularia* sp., *Globigerina cretacea*, *Bulimina* sp. y *Orbitolina* aff. *lenticularis*, y G. Steinmann^{40, 41, 42} describió algunas algas calcáreas pertenecientes a sífóneos marinos, y cita de dasicladáceas (*Dasycladaceae*) *Triploporella Fraasi* Steinmann, *T. Fraasi* var. *minor* Steinmann, y *Neomeris* (*Herouvalina*) *cretacea* Steinmann.

G. Boehm, basándose en los muchos fósiles encontrados, indicó que las especies de *Caprina* deben ser del Cenomaniano superior, y que otros fósiles pueden tener la misma edad geológica, como la *Nerinea* cf. *forojuliensis*, la *Sphaerucaprina* sp. y la *Caprina* cf. *adversa*, y afirmó

que los caprinidos son similares a los de Venecia y Sicilia, donde son de edad cenomaniana, siendo igual el caso de la *Triploporella Fraasi*, según expresa G. Steinmann.^{40, 41, 42} Además indica C. Schwager^{35, 36} que la *Orbitolina cf. lenticularis* es anterior al Turoniano.

Casi al mismo tiempo, J. Felix¹⁴ en 1899 informa que existen bancos gruesos de caliza llena de paquiodontos, *Nerinea*, corales y algas calcáreas, y basándose en las determinaciones de fósiles por M. Bárcena, G. Boehm, H. Douvillé, A. Heilprin, C. Schwager y G. Steinmann, atribuye a los fósiles, lo mismo que G. Boehm, la edad geológica del Cenomaniano superior. J. Felix cita los fósiles siguientes de la caliza en el Cerro de Escamela:

Algas calcáreas: *Triploporella Fraasi* Steinmann, *Neomeris (Herouvalina) cretacea* Steinmann.

Foraminifera: *Nubecularia* sp., *Globigerina cretacea* d'Orb., *Bulimina* sp., *Orbitolina aff. lenticularis* Blum. sp.

Bivalvia: *Ostrea cf. Munsoni* Hill, *Pecten* sp., *Caprina aff. adversa* d'Orb., *C. ramosa* Boehm, *Schiosia* sp., *Sphaerucaprina occidentalis* Conr. sp., *S. Felixi* Boehm, *S. Lenki* Boehm, *Radiolites Mendozae* Bárcena, *Sauvagesia* sp., *Hippurites mexicanus* Bárcena, *H. calamitiformis* Bárcena, *N. cf. forojuliensis* Pirona, *N. hieroglyphica* Bárcena=*N. Barcenai* Heilprin (siendo las tres últimas especies de *Nerinea* probablemente sinónimas. Compárese 5, p. 330 y 6, p. 151).

Casi a la vez E. Boese^{7, 8, 9} estudió la región de Orizaba en una gran extensión, detalladamente, y llegó, respecto a los estratos, fósiles y edad geológica, a la conclusión que se expresa en el siguiente esquema:

Caliza de Orizaba.

Caliza de Escamela, 500 a 600 metros de espesor, hacia la base con intercalación de pedernal; bastantes fósiles, tales como paquiodontos, *Actaeonella*, *Lobocarcinus*, del Turoniano.

Caliza de Maltrata, 600 metros de espesor; hacia abajo hay pizarra intercalada, hacia arriba riñones y nódulos de pedernal; pocos fósiles, como bivalvos, *Nerinea* y amonites, del Cenomaniano.

Pizarra de Necoxtla, poca intercalación de arenisca y caliza; sin fósiles; edad geológica del Aptiano y Urgoniano.

Según E. Boese se han encontrado en la caliza de Escamela que aflora en los cerros de Escamela, del Encinal y de San Cristóbal, los fósiles siguientes:

Hippurites (*Vaccinites*) *mexicanus* Bárcena, *H. sp.*, *Caprotina* nov. sp. (corresponde según E. Boese al ejemplar chico de *Caprina Jamaicensis* Whitfield), *Ichthyosarcolithes cf. occidentalis* Whitf. (no ha sido encontrado en el Cerro de Escamela), *Sphaerucaprina Felixi* G. Boehm, *S. Lenki* G. Boehm, *S. sp.* (según G. Boehm), *Caprina cf. adversa* d'Orb. según G. Boehm), *C. ramosa* G. Boehm, *C. sp.* (según Boehm), *Ostrea sp. nov.* (no es *Ostrea Munsoni* Hill y tiene aspecto de *Pinna ostreaformis* Fütterer 1896), *Actaeonella* (*Volvulina*) *dolium* Roemer, *A. (Cylindrathella) coniformis* Roemer, *Nerinea Castilloi* Bárcena (probablemente *N. cf. forojuliensis* Pirona según G. Boehm), *Nubecularia sp.* (según G. Boehm), *Orbitolina aff. lenticularis* (según G. Boehm), y *Lobocarcinus sp. nov.* (muy probablemente *Lobocarcinus*).

E. Boese considera que los fósiles reconocidos en la caliza de Escamela son de edad turoniana, es decir de la parte basal del Cretácico superior.

En 1900 T. W. Stanton,³⁰ en resumen del primer estudio de E. Boese,⁷ indica claramente que las pizarras de Necoxtla no tienen fósiles, por lo que la edad geológica es insegura; que las calizas de Maltrata no incluyen fósiles característicos, por lo que la edad urgoniana no está comprobada, y que la caliza de Escamela tiene muchos paquiodontos (*chamidos* y *rudistos*) que son similares a los fósiles de la caliza Edwards o caliza de *Caprina* en Texas, no obstante que las especies en las dos regiones de referencia son casi todas distintas.

Casi al mismo tiempo, H. Douvillé¹³ describió de la caliza del Cerro de Escamela otros paquiodontos, o los reestudió, como *Schiosia ramosa* Boehm (*Caprina ramosa* G. Boehm), *Monopleura* (*Petalodontia*) sp., semejante a *M. Felixi*, *Monopleura* (*Himeraelites*) sp., que es cercana a *Himeraelites Tulae*, pero afirma que los *Hippurites* hallados por anteriores autores, son dudosos. Admite Douvillé que los paquiodontos pueden ser de edad cenomaniana, pero por otra parte observa que algunos fósiles, a saber *Orbitolina*, *Schiosia* (*Caprina*) *ramosa*, *Sphaerucaprina* y el *Hippurites* (*Vaccinites*) *mexicanus*, indican que en la caliza de Escamela existen varios niveles de fósiles que han sido confundidos.

Después de Douvillé el tema estratigráfico de la caliza de Escamela quedó en suspenso durante un cuarto de siglo, hasta 1927 y 28 cuando R. H. Palmer^{31, 32} describe, de cerca de Orizaba, *Coalcomana ramosa* (G. Boehm), *Tepeyacia corrugata* Palmer y *Apricardia chavesi* Palmer,

afirmando que los dos últimos fósiles son de edad turoniana y que la pizarra de Necoxtla es del Cenomaniano, porque las calizas de Maltrata y de Escamela, superpuestas a aquélla, son de edad turoniana.

Poco después C. Burckhardt,¹⁰ en su conocida síntesis del Mesozoico de México, revisa los fósiles que autores anteriores han dado a conocer de la región de Orizaba, y presenta la siguiente lista:

Chondrodonta aff. Munsoni Hill, *Pecten* sp., *Monopleura (Petalodontia)* sp., *M. (Himeraelites)* sp., *Apricardia Chavesi* Palmer, *Tepeyacia corrugata* Palmer, *Caprina cf. adversa* d'Orb., *C. sp.*, *C. (Schiosia) ramosa* G. Boehm, *Sphaerucaprina Felixi* G. Boehm, *S. Lenki* G. Boehm, *S. sp.*, *Caprotina* sp., *Ichthyosarcolithes cf. occidentalis* Whitf., *Hippurites* sp., *H. mexicanus* Bárcena, *Radiolites* sp. (cercano a *R. Mendozae* Bárcena), *Murex* sp., *Tylostoma* sp., *Nerinea cf. foro juliensis* Pirona, *N. Barcenai* Heilprin (= *N. cf. hieroglifica* en Bárcena), *N. cf. Goodhalli* en Bárcena, *Actaeonella*; corales: *Nubecularia* sp., *Orbitolina aff. lenticularis* Blumb., *Globigerina cretacea* d'Orb., *Bulimina* sp., *Triploporella Fraasi* Steinmann, y *Neomeris (Herouvalina) cretacea* Steinmann.

Insiste C. Burckhardt en que ya H. Douvillé ha indicado que los *Hippurites* son dudosos, pero admite que la caliza de Escamela sea en parte del Cretácico superior, aunque acepte con G. Boehm la edad del Cenomaniano superior para los fósiles relacionados con los del Cenomaniano de Sicilia, Alpes de Venecia, de Aquitania y de Siria. Revisando, sobre todo, el estudio estratigráfico de E. Boese, establece C. Burckhardt la siguiente sucesión de estratos y fósiles y su edad geológica en la región de Orizaba:

Caliza de Escamela	{ Turoniano? Cenomaniano	Cretácico superior.
Caliza de Maltrata, parte superior (con pocos fósiles)	Vraconiano	Cretácico medio.
Pizarra de Necoxtla (sin fósiles)	{ Gault superior Gault medio	
Discordancia		
Caliza de Maltrata, parte inferior (con ammonites del Aptiano)	{ Aptiano Neocomiano	Cretácico inferior.

Las publicaciones posteriores, pocas por cierto, no carecen de importancia, pues R. H. Palmer ^{31, 32} afirma la edad turoniana de tres paquiodontos, a saber: *Coalcomana ramosa* (G. Boehm), *Tepeyacia corrugata* Palmer, y *Apricardia chavesi* Palmer. En publicaciones generales sobre los paquiodontos, O. Kuehn ²¹ y A. Kutassy ²² citan algunos fósiles de Orizaba, dando su edad geológica, pero de acuerdo con lo afirmado por G. Boehm.

De gran interés es la revisión que hizo H. J. MacGillavry ²⁴ acerca de algunos paquiodontos procedentes del Cerro de Escamela. Menciona que según Palmer la *Caprina cf. adversa* d'Orb. puede ser tal vez del género *Planocaprina*, e indica claramente que la *Sphaerucaprina* de las dos especies, *S. Felixi* y *S. lenki*, es tal vez del género *Caprinuloidea*; que la *Caprina?* (Heilprin ¹⁶) no tiene descripción, por lo que la determinación es insegura; que la *Caprina* sp. G. Boehm ^{5, 6} y la *Sphaerucaprina* sp. (G. Boehm) ^{5, 6} son de géneros no confirmados, lo mismo que la *Schiosia?* (R. H. Palmer).³²

Hay que indicar ahora que en el Mapa Geológico de México, editado en 1942 por el Instituto de Geología, figuran los estratos de la región de Orizaba como de edad eocretácica.

Por último, R. W. Imlay ^{18, 19} acepta la edad del Cenomaniano superior según G. Boehm y del Turoniano según R. H. Palmer para la caliza de Escamela, pero dice que la base estratigráfica de ésta es dudosa; aun indica que el género *Orbitolina*, hallado en la caliza de Escamela, no se encuentra en la América arriba del Albiano medio (1 c., p. 1909), y además modifica algo el sistema estratigráfico establecido por C. Burckhardt, de tal manera que resulta el siguiente esquema:

Caliza de Escamela	{ Turoniano Cenomaniano superior Cenomaniano medio
Caliza de Maltrata, parte superior	{ Cenomaniano inferior Albiano superior
Pizarra de Necoxtla	Albiano medio (Fredericksburg)
Caliza de Maltrata, parte inferior	{ Albiano inferior Aptiano superior

De lo que autores anteriores han expuesto sobre los estratos y fósiles y su edad geológica, es evidente que hasta la fecha no ha sido posible fijar ésta de manera definitiva, puesto que desde la primera indicación

acerca de la edad geológica de los estratos de la región de Orizaba por parte de Dollfus, Montserrat y Pavie hasta la última indicación de Im-lay, tal edad ha sido considerada como del Cretácico, desde el Cretácico inferior hasta el Cretácico superior; pero es posible que la porción basal de los estratos observados sea del Jurásico superior, lo que siempre habrá que comprobar por el hallazgo de fósiles característicos. Hasta ahora todos los fósiles encontrados en la región de Orizaba son cretácicos; todos tienen aspecto de ser del Cretácico y no del Jurásico.

Aún así, es imposible fijar a ciencia cierta la edad geológica de todos los estratos encontrados en la región de Orizaba, puesto que en parte no contienen fósiles o no han sido hallados, como en la pizarra de Necoxtla, o porque la superposición de las series estratigráficas es dudosa, lo que se refleja sobre todo en el hecho de que C. Burckhardt ordenó aquéllas, en parte, de otra manera que E. Boese.

Por lo tanto, debemos insistir en que la estratigrafía de la región de Orizaba todavía a la fecha implica problemas, los cuales sólo pueden resolverse en lo futuro por medio de nuevas exploraciones e investigaciones en el campo, empeñándose el explorador en encontrar fósiles en diversos lugares y series, y poniendo especial esfuerzo en hacer observaciones exactas acerca de la superposición de las diversas series de estratos.

Es también importante en estos problemas de la estratigrafía la posición geológica de los sedimentos, por lo que es indispensable tocarla aquí aunque sea brevemente.

En 1867, A. Dollfus, E. Montserrat y P. Pavie¹² mencionan que las calizas son bastante inclinadas en la región de Orizaba, lo que fué confirmado en 1899 por J. Felix.¹⁴ Pero casi al mismo tiempo E. Boese,⁷ en estudio más detallado, comprobó que según sus observaciones las pizarras de Necoxtla son muy plegadas y afalladas, lo mismo que parte de la caliza de Maltrata, mientras que la otra porción de ella y la llamada caliza de Escamela presentan inclinación ligera a fuerte, diferencia orogénica tan marcada que C. Burckhardt¹⁰ la consideró como indicación para dividir la serie de estratos en dos, cambiando así la estratigrafía establecida por E. Boese.

b) *Región de Córdoba*

Los estratos en la región de Córdoba son mencionados por vez primera en 1867 por Dollfus, Montserrat y Pavie,¹² que los consideran de edad jurásica, afirmación no comprobada por fósiles característicos.

En 1896 J. G. Aguilera,¹ al referirse a las calizas, las considera de edad cretácica, aunque sin mencionar ningún fósil característico.

Hasta 1906 es cuando E. Boese⁹ establece que la caliza con rudistitos de la región de Córdoba corresponde a la de Escamela, pero no especifica los fósiles.

Mucho después, en 1929, E. Díaz Lozano¹¹ estudia especialmente la geología al sureste de Córdoba, y considera la caliza del Cerro de Peñuela, que corresponde a la caliza de Escamela, como de edad turoniana, pero sin indicar la determinación de fósiles, mientras que C. Burckhardt¹⁰ en 1930 acepta como Boese la edad cenomaniana de la caliza de Peñuela, y en el Mapa Geológico de México de 1942² ésta es considerada como mesocretácica.

Hasta la fecha no se han encontrado fósiles especificados en Córdoba, por lo que hay que insistir en que la edad estratigráfica tampoco ha sido establecida de manera exacta.

En lo referente a la posición geológica, solamente E. Díaz Lozano,¹¹ en fecha reciente, afirmó que las calizas del Cerro de Peñuela demuestran bastante inclinación, a saber, 23 grados al ENE. y dirección N. 25 grados O.

3. LAS CALIZAS Y SU POSICION GEOLOGICA, FOSILES Y EDAD GEOLOGICA EN LOS CERROS DE ESCAMELA Y PEÑUELA

Como se explicó ya en el Prefacio, la base de este estudio no es precisamente la caliza del Cerro de Escamela, sino la del Cerro de Peñuela, cerca de Córdoba. Pero habiéndose comenzado este estudio en el Cerro de Escamela, parece necesario referirse, aunque brevemente, a este último, porque en efecto son distintas en edad geológica las calizas del Cerro de Escamela y las del Cerro de Peñuela, según se demostrará después como resultado de las investigaciones propias que pudo hacer el autor.

a) *La caliza del Cerro de Escamela, cerca de Orizaba*

En el Cerro de Escamela, que está a 4 kilómetros al NE. de Orizaba, las calizas de la cantera grande, según J. Felix,¹⁴ son casi verticales con inclinación al sureste, y E. Boese,⁷ refiriéndose a todo el cerro, indica que existen dos porciones extensas de caliza con diferente inclinación a causa de fallamiento en la parte media del cerro, donde la pizarra

de Necoxtla está al mismo nivel de la caliza; pero C. Burckhardt¹⁰ y S. Scalia³⁴ consideran esta pizarra como intercalada en la serie de calizas. Futuras investigaciones tendrán que resolver este problema que es a la vez de interés orogénico y estratigráfico.

Lo que me consta, por observaciones propias, respecto a la porción suroeste del Cerro de Escamela, es que la dirección uniforme de N. 40 grados O. y la fuerte inclinación al suroeste o casi vertical de los bancos de la caliza, como lo indicó E. Boese,¹⁰ es más bien variada, puesto que en el oeste y sur la dirección de los bancos de caliza es NNO. a casi NO., y la inclinación entre 60 grados al SO. hasta vertical, mientras que más al noroeste se observa el rumbo ENE., e inclinación de 60 grados al SSE. hasta vertical. Por esta razón no fué posible establecer la sucesión de la serie de caliza en el suroeste del Cerro de Escamela.

Para los fines de este estudio, es indicado, por lo tanto, conocer las calizas, su contenido en fósiles y la edad geológica de éstos y de las calizas, para poder abordar en el próximo capítulo la cuestión de la paleobiología en el suroeste del Cerro de Escamela.

Allí se observan calizas en bancos medianos, a veces gruesos, en la región de la cantera grande, y respectivamente capas de caliza que afloran en el oeste y sur, visibles en la pequeña cantera que abrieron últimamente al pie occidental del Cerro. En general, la caliza en la porción suroeste del cerro está atravesada por diaclasas, sobre todo en la cantera grande.

En el sur del Cerro de Escamela la caliza es de color gris oscuro a oscuro, de textura densa, en parte microconglomerática, y contiene muchos fósiles, tales como paquiodontos, gasterópodos y foraminíferos, mientras que la caliza al pie occidental del cerro es de color oscuro, huele fétidamente al romperla con martillo, e incluye pequeños paquiodontos del género *Toucasia* y microforaminíferos (miliólidos, etc.)

Los fósiles han sido estudiados en la región de la cantera grande en el sur del Cerro de Escamela por M. Bárcena,^{3, 4} A. Heilprin,¹⁶ G. Boehm^{5, 6} G. Steinmann,⁴⁰ C. Schwager,^{35, 36} E. Boese,^{7, 8, 9} H. Douvillé,¹³ R. H. Palmer^{31, 32} y H. J. MacGillavry;²⁴ pero no obstante la revisión que este último autor hizo de algunos paquiodontos, es indispensable la redeterminación de otros fósiles, puesto que la clasificación de ellos se hizo hace 50 años, aproximadamente. C. Burckhardt,¹⁰ en su conocida síntesis del Mesozoico de México, presentó una lista casi completa de los fósiles encontrados en la caliza de Escamela, y seguidamente me permito dar los nombres, modernizados lo más posible, de los

31 fósiles descritos o mencionados hasta la fecha, aunque es de advertirse que algunos de estos fósiles no han sido hallados en el Cerro de Escamela.

LISTA DE FOSILES ENCONTRADOS EN LA CALIZA DE ESCAMELA, SEGUN LAS PUBLICACIONES DE M. BARCENA, A. HEILPRIN, G. BOEHM, G. STEINMANN, C. SCHWAGER, E. BOESE, H. DOUVILLE, R. H. PALMER, R. W. IMLAY Y H. J. MAC GILLAVRY

Foraminifera: 1, *Nubecularia* sp.; 2, *Bulimina* sp.; 3, *Globigerina cretacea* d'Orb.; 4, *Orbitolina* aff. *lenticularis* Blumb. sp.

Coelenterata: 5, Corales no especificados.

Gastropoda: 6, *Murex* sp. indet.; 7, *Tylostoma* sp.; 8, *Actaeonella* (*Volvulina*) *dolium* Roem.; 9, *Actaeonella* (*Cylindrathella*) *coniformis* Roem.; 10, *Nerinea* cf. *goodhalli* en Bárcena; 11, *Nerinea anguillina* Castillo et Bárcena; 12, *Nerinea Barcenai* Heilprin (= *N. Hieroglyphica* Bárcena), *Nerinea Castilloi* (Bárcena), *Nerinea* cf. *forojuliensis* Pirona; que probablemente son especies sinónimas; 13 *Nerinea* sp.

Bivalvia: 14, *Pecten* sp.; 15, *Ostrea* sp. indet. (= *O. virgula* Bárcena) (no encontrado en el Cerro de Escamela); 16, *Chondrodonta* (*Ostrea*) aff. *Munsoni* Hill; 17, *Hippurites*, dudoso según H. Douvillé. Se mencionan las siguientes especies: *Hippurites* (*Vaccinites*) *mexicanus* Bárcena, *Hippurites calamitiformis* Bárcena, e *Hippurites* sp. indet.; 18, *Radiolites* sp. (aff. *R. Mendozae* Bárcena); 19, *Sauvagesia* sp.; 20, *Monopleura* (*Petalodontia*) sp., 21, *Monopleura* (*Himeraelites*) sp.; 22, *Apricardia chavezii* Palmer; 23, *Tepeyacia corrugata* Palmer; 24, *Ichthyosarcolithes* cf. *occidentalis* Whitf. (no encontrado en el Cerro de Escamela); 25, *Ichthyosarcolithes* sp.; 26, *Caprotina* n. sp. (cf. *Caprina Jamaicensis* Whitf. pars); 27, *Caprina* aff. (cf.) *adversa* d'Orb.; 28. ?*Caprina* sp.

Algas Calcáreas: 29, *Triploporella Fraasi* Steinmann; 30, *Triploporella Fraasi* var. *minor* Steinmann; 31, *Neomeris* (*Herouvalina*) *cretacea* Steinmann.

No habiendo yo estudiado especialmente los fósiles de la caliza de Escamela, porque, como ya se indicó, las lajas con fósiles en que pude investigar proceden del Cerro de Peñuela, me limito a hacer algunas observaciones a la lista anterior.

Los muchos paquiodontos que he observado en las lajas pulidas y en la caliza de la cantera grande en el sur del Cerro de Escamela evidentemente son variados, pero su determinación exacta es necesariamente reducida, ya que por la falta de fósiles sueltos o fósiles bien salientes en la superficie de la roca caliza, hay que basarse en secciones no orientadas de estos fósiles, y porque determinado paquiodonto tiene concha de caliza cristalina que hace imposible reconocer la textura primaria de la concha, y sin ésta no siempre se puede lograr su clasificación exacta.

Aun así, he podido reconocer sobre todo secciones de la *Caprina*,³² *Planocaprina?* aff. (cf.) *adversa* d'Orb., idénticas a los ejemplares clasificados y descritos por G. Boehm^{5 6} como *C.* cf. *adversa*, en la caliza de la cantera grande del Cerro de Escamela. En esta última localidad y en la cantera pequeña, se divisan en la caliza secciones de una *Toucasia* pequeña con diámetro de sólo 3 cm. Respecto al contorno y forma de las secciones, hay que insistir en que son similares a las de la *Toucasia texana* (Roemer), mientras que la identificación con ésta no se pudo llevar a cabo porque las secciones observadas en la caliza del Cerro de Escamela no tienen orientación, por lo que el material de referencia puede ser variedad de la *T. texana* y aun nueva especie cercana a ésta, lo que por falta de suficiente material no se puede aclarar por el momento. Por esto designo la *Toucasia* procedente del suroeste del Cerro de Escamela, como *T.* aff. *texana* sp.

De otros fósiles reconocidos por mí en la caliza de referencia, hay que mencionar, sobre todo, los foraminíferos, miliólidos y otros géneros hallados en el sur y oeste del Cerro de Escamela en número considerable, variados, de distintos géneros, y algo más grandes que los pequeñísimos miliólidos de la caliza del Cerro de Peñuela. Además, existen en parte de las muestras, junto con los miliólidos, algunos o numerosos macroforaminíferos, tal vez idénticos a los determinados por C. Schwager^{35 36} como *Orbitolina* aff. *lenticularis* Blumb sp. El gran adelanto en el conocimiento de los foraminíferos fósiles en los últimos 25 años, ha tenido por consecuencia el descubrimiento de otro género, cercano a la *Orbitolina*, el *Dictyoconus*, por lo que es indicada la revisión de la *Orbitolina* aff. *lenticularis*, lo mismo que el estudio de los miliólidos, que anteriormente nunca han sido mencionados, de la caliza de Escamela.

La revisión y el estudio de los foraminíferos puede servir además para fijar bien la edad estratigráfica de la caliza de Escamela, aunque parece necesario para esto la revisión de los macrofósiles descritos, que en parte ha sido iniciada ya por H. J. MacGillavry.²⁴ Los autores anteriores admiten que la caliza de Escamela es del Cretácico medio y superior,

exactamente del Turoniano al Cenomaniano medio, pero C. Burckhardt indica que la edad turoniana de parte de la caliza de Escamela es dudosa.

Creo que la crítica de la estratigrafía de la citada caliza hecha por H. Douvillé y T. W. Stanton, no ha sido tomada en cuenta por los autores posteriores. Douvillé,¹³ en 1900, indicó que los Hippurites que son del Cretácico superior, son de determinación dudosa, por lo que también lo es la de la edad turoniana de parte de la caliza de Escamela, y agrega que algunos fósiles de ésta comprueban la existencia de varios niveles estratigráficos. Mayor importancia tiene la indicación de T. W. Stanton de que en la caliza de Escamela se encuentran muchos chamidos y rudistos que son similares a los fósiles de la caliza Edwards o caliza de Caprina en Texas, donde, como yo deseo indicar, se hallan además la *Actaeonella dolium* Roemer y *A. coniformis* Roemer, encontradas en la caliza de Escamela, en la caliza Edwards y en la caliza mesocretácica de varios lugares de México; y puesto que son idénticos, acepto para parte de la caliza de Escamela la misma edad geológica. Como la caliza Edwards, según C. Burckhardt,¹⁰ es del Gault superior, y según R. W. Imlay¹⁸ del Albiano medio, *no es imposible que la caliza de Escamela sea de esta misma edad*. No obstante esto, debemos indicar que tanto en México como en Texas la caliza mesocretácica no ha sido estudiada suficientemente, por lo que es indispensable examinar los fósiles y estratigrafía de ésta, para conocer también la edad estratigráfica exacta de la caliza de Escamela. Seguramente ésta no es de edad senoniana, como lo afirmó A. Heilprin,¹⁶ porque los autores anteriores sin excepción la consideraban anterior al Senoniano y aun al Turoniano, y tampoco puede ser de edad infracretácica, como está indicado en el Mapa Geológico de México de 1942,² puesto que no se conocen fósiles característicos del Cretácico inferior en esta caliza.

La revisión estratigráfica de la caliza de Escamela probablemente dará por resultado que habrá que *asignarle una edad anterior al Cenomaniano superior*, o sea *tal vez el Albiano medio*, e implica que debe revisarse también la edad geológica de la caliza de Maltrata, en parte, y aun de la pizarra de Necoxtla.

b) *La caliza del Cerro de Peñuela*

A 5 kilómetros al ESE. de Córdoba, que está a 97 metros de altura sobre el nivel del mar, queda la Estación de Peñuela, conectada por la vía y por camino ancho con la ciudad de Córdoba. Al noroeste de la

citada estación, que tiene 840 metros de altura, se levanta el Cerro de Peñuela, situado casi junto a ella (Fig. 2).

El Cerro de Peñuela se estrecha hacia el NNO., y la cumbre cerca de la estación de Peñuela tiene 920 metros de altura sobre el nivel del mar, de modo que el cerro tiene solamente 80 metros de alto. Está cubierto de vegetación bastante espesa, pero aquí y acullá se notan los afloramientos de la caliza. Esta es bien visible en la cantera grande que está en la terminación sur-sureste del cerro. De la terminación oriental de la cantera grande queda, a 30 metros de distancia, un cerrito de sólo 15 me-



Fig. 3. Banco grueso de caliza en la cantera pequeña del "Cerrito", cerca del Cerro de Peñuela, Ver. Fotografía tomada por F. K. G. Müllerried en julio de 1945

tros de altura, pero donde la caliza está bien visible en dos canteras pequeñas (Figs. 1, 3 y 4). La extensión de la caliza desde la terminación oriental de la cantera grande hasta el cerrito es de 500 metros, en línea transversal a la dirección de los bancos de caliza. En toda esta extensión la caliza tiene uniformemente N. 20 grados O, e inclinación de 20 grados al ENE., con excepción de la terminación occidental de la cantera grande, donde observé la dirección N. 30 grados O e inclinación de 25 grados al NE. (Fig. 2.)

La caliza está bien estratificada, y rompe en bancos gruesos de 3 a 4 metros de grosor, en bancos delgados y capas. Se nota la terminación lateral de pocos bancos o capas de la caliza, pero por lo demás los planos de estratificación son paralelos. Sí se observan muchas diaclasas, arregladas en dos sistemas con dirección N. 65 grados O. y N. 25 grados E., es decir, transversales unas a otras, y casi verticales, pero transversales a la estratificación. También se notan estrías tectónicas (orogénicas) sobre los planos de estratificación, dirigidas N. 85 grados O. y N. 25 grados O. La inclinación de los bancos y capas de caliza, las diaclasas y estrías oro-



Fig. 4. Banco grueso de caliza en la cantera pequeña del "Cerrito", cerca del Cerro de Peñuela, Ver. Fotografía tomada por F. K. G. Müllerried en julio de 1945

génicas, demuestran presiones y efectos orogénicos ajenos a la formación de la caliza.

Esta presenta el efecto de la disolución a causa del agua de lluvia en la superficie y a causa de la vegetación que crece encima, lo mismo que la disolución subterránea por la circulación del agua en grietas y oquedades de la roca, que efectúa el ensanchamiento de las diaclasas y la formación de cavidades y probablemente de cuevas. También se nota el efecto del depósito secundario del carbonato de calcio en la cara de la pie-

dra, en paredes de diaclasas y cavidades, donde puede haber relleno parcial o total de calcita cristalina, de color blanco a pardo. Existe también, desde la superficie, relleno de grietas y oquedades por arcilla ferruginosa, que es llevada a las capas superficiales de la caliza desde la superficie.

La caliza es de color claro algo variado, a saber: beige, gris claro a gris amarillento o gris medio café, a veces blanco gris. También es distinta la textura de la roca, que es densa, microoolítica y microconglo-

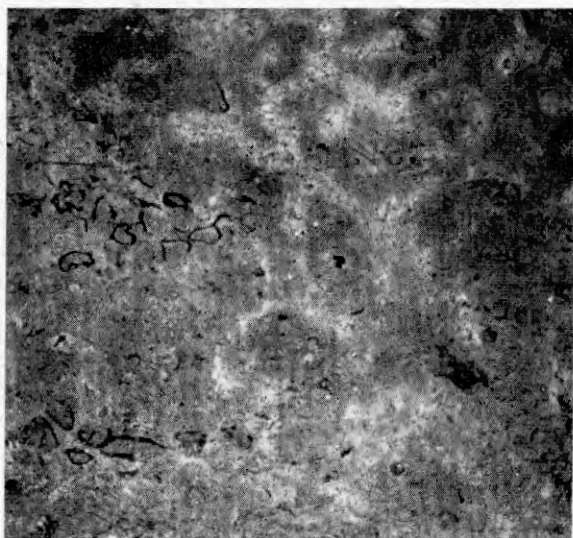


Fig. 5. Secciones de *Apricardia mongesi* n. sp. sobre laja de caliza. Edificio Buick (Mariscal Motors S. A.) en 3a. de Havre 43, esquina 5a. de Londres.

merática. El espesor total de la caliza en los afloramientos del Cerro de Peñuela, desde la terminación occidental de la cantera grande hasta la margen oriental de las canteras pequeñas es, según mi cálculo, de 150 metros aproximadamente, pero el grosor total es probablemente mayor, porque puede seguir la caliza desde el Cerro de Peñuela y el cerrito hacia el oeste y el este, lo que no se puede averiguar en las inmediaciones de las canteras porque en los planos hay tierra en la superficie.

La caliza contiene pocos o muchos fósiles, bastante variados, pues he observado algas calcáreas marinas, y sobre todo invertebrados marinos, tales como foraminíferos, celenterados, gasterópodos, bivalvos y principalmente paquiodontos.

El contenido de fósiles encontrados, estudiados y clasificados por el autor de este estudio, es presentado a continuación.

DESCRIPCION Y CLASIFICACION DE LOS FOSILES ENCONTRADOS EN LA CALIZA DEL CERRO DE PEÑUELA, CERCA DE CORDOBA, ESTUDIADOS Y CLASIFICADOS POR F. K. G. MÜLLERRIED

No se observan fósiles sueltos, y los pocos observados sobre las caras de la roca caliza son apenas salientes, de modo que hubo que examinar sobre todo las secciones de fósiles que aparecen sobre la cara de la roca en muchas partes. De manera más perfecta aparecen las secciones



Fig. 6. Sección de *Neoradiolites ordoñezi* n. sp. en el centro de la figura, y muchos fragmentos de las valvas superiores del mismo paquiodonto en laja de caliza. Edificio Buick, 3^a Havre 43

de fósiles sobre las lajas pulidas que provienen del "Cerrito", por lo que esta descripción de fósiles se basa principalmente en el estudio de tales secciones, y de éstas he visto y examinado más de mil sobre lajas pulidas en edificios de la ciudad de México y en varias marmolerías. Además he tomado copias, por medio de papel de calca puesto sobre las lajas pulidas, de casi 200 fósiles, cuya observación ha contribuído mucho a completar este estudio. Las secciones pudieron ser examinadas perfectamen-



Fig. 7. Fragmentos grandes y muchos pequeños de las valvas superiores del *Neoradiolites ordoñezi* n. sp. en laja de caliza. Edificio Buick (Mariscal Motors S. A.) en 3a. Havre 43, esquina 5a. de Londres.

te, pues con frecuencia la textura de la concha de los fósiles está bien preservada, y las fallitas y estilolitas que atraviesan los fósiles y dificultan el reconocimiento de la textura, son relativamente escasas.

Todos los fósiles que vamos a describir han sido estudiados por medio de secciones que no tienen orientación. A pesar de esto, el gran número de secciones permite reconocer hasta cierto punto el contorno y

la forma de los fósiles, lo cual ha hecho posible la identificación de, por lo menos, gran parte de ellos.

He encontrado entre dichos fósiles ejemplares de algas calcáreas, foraminíferos, espongiarios, corales, gasterópodos, bivalvos, y principalmente paquiodontos, cuya descripción se da en seguida. Antes deseo mencionar que parte de los fósiles estudiados se encuentran en el laboratorio de paleobiología de la Facultad de Ciencias, dependiente de la Universidad Nacional Autónoma de México, y otra parte en varios edificios de la ciudad de México, según se indica en este estudio.

THALLOPHYTA

Algas

En la caliza del Cerro de Peñuela raras veces se han observado algas calcáreas. Se trata de restos, probablemente del género *Lithothamnium*, y de otros que parecen ser sífóneos, tal vez del género *Triploporella*. Los restos reconocidos de algas calcáreas son descritos a continuación.

Edad Geológica: Senoniano medio.

Procedencia: Cerrito, Peñuela, Ver.

Corallinaceae.

?*Lithothamnium* sp.

Algunas secciones de algas calcáreas encontradas son ovaladas, con diámetro de pocos milímetros, tienen color crema y textura concéntrica, por lo que bien pueden ser del género *Lithothamnium*. Una de las secciones observadas sobre una laja pulida está adherida a la concha de un radiolítico grande.

Siphoneae. Fam. *Dasycladaceae*.

?*Triploporella* sp. indet.

Solamente fué posible observar dos secciones incompletas, hasta de 6 mm. de longitud, con textura comparable a la de ciertos sífóneos (dasycladáceas), tal vez del género *Triploporella*.

INVERTEBRATA

Foraminifera. En muchas muestras de la caliza se notan microforaminíferos, como miliólidos y algunos otros géneros, y en pocos pedazos de roca se observan macroforaminíferos del género *Orbitoides* o de algún género cercano a éste.

Edad geológica: Senoniano medio.

Procedencia: Cerrito, Peñuela, Ver.

Miliólidos

Géneros *Biloculina*, *Triloculina*, *Quinqueloculina*, ?*Nummuloculina*.

Los miliólidos y otros géneros cercanos a ellos se encuentran generalmente en pocos ejemplares, a veces bastantes, y son de forma variada; sus secciones sugieren la existencia de los géneros *Biloculina*, *Triloculina*, *Quinqueloculina*, ?*Nummuloculina*, y probablemente otros. Todos los miliólidos y formas relacionadas son de tamaño pequeñísimo, por lo que difieren esencialmente de los miliólidos hallados en la caliza de Escamela.

? *Rotalia* y otros géneros

Entre los miliólidos hay escasos ejemplares, de tamaño algo mayor que aquéllos, de microforaminíferos del género ?*Rotalia* y otros géneros, cuya concha siempre es de color claro.

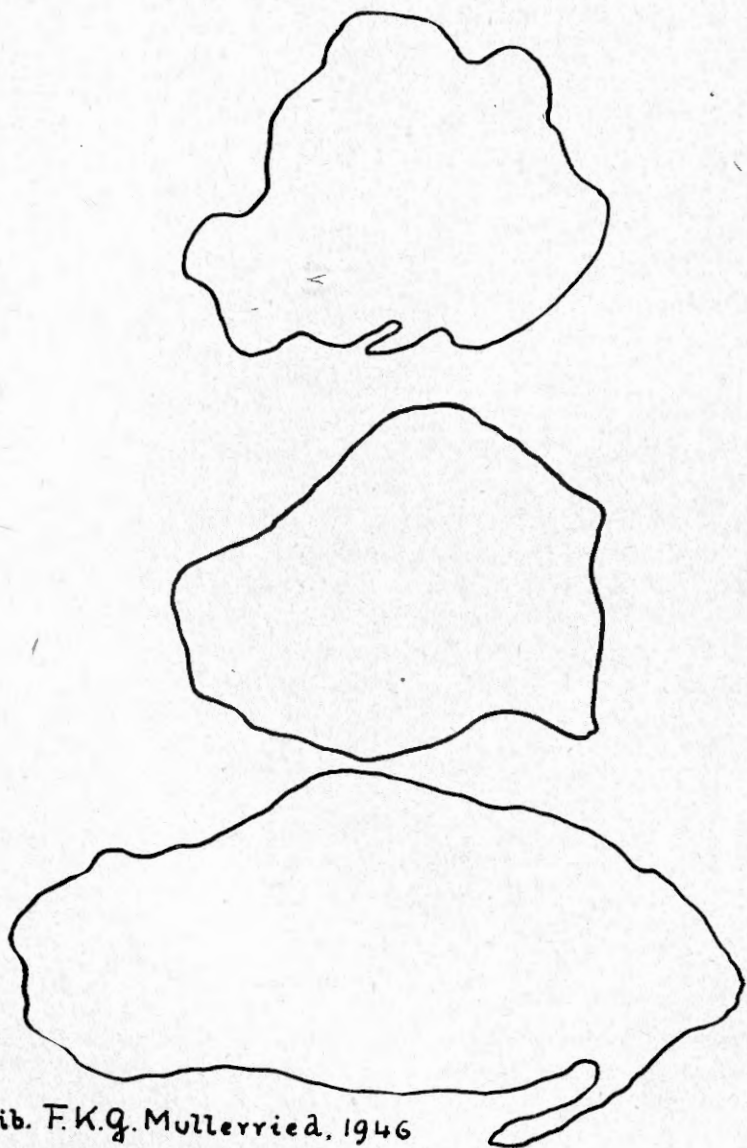
? *Orbitoides* sp. o género cercano

Se encuentran entre los microforaminíferos escasos ejemplares, a veces algo numerosos, de fragmentos de un macroforaminífero con concha color gris pardo claro. Estos por falta de secciones orientadas no son determinables, pero deben pertenecer por su textura al género *Orbitoides* o bien a algún género cercano.

Coelenterata.

Edad geológica: Senoniano medio.

Procedencia: Cerrito, Peñuela, Ver.



dib. F.K.G. Mullerried, 1946

FIGURAS 8 A 10

8. Sección en tamaño natural de una colonia de hexacorales de la caliza de Peñuela. Original en laja del edificio Clichy, Cinco de Mayo 29, ciudad de México.—9. Sección en tamaño natural de una colonia de hexacorales de la caliza de Peñuela. Original en laja del edificio XEW, 3^o Ayuntamiento 52-54, ciudad de México.—10. Sección en tamaño natural de una colonia de hexacorales de la caliza de Peñuela. Original en laja del edificio Jalisco, Av. del Ejido 7, ciudad de México.

?Spongiae (Porifera), gen. sp. indet.

Variados microfósiles, apenas visibles con lente fuerte, están presentes en algunos o muchos ejemplares, sobre todo en la caliza que es limo denso, y bien pueden ser espículas o fragmentos de espongiarios. Invariablemente son de color claro.

Anthozoa. O. Hexacoralla, fam. gen. sp. indet.

Se observaron como 50 esferas, aisladas, de contorno algo irregular, de 2 a 20 cm. de diámetro, algo aplanadas, que son colonias de individuos muy pequeños. Estos no tienen contorno fijo, puesto que las septas comunican con las de otros individuos vecinos, siendo el diámetro del individuo de 1 a 1.5 mm., y con aproximadamente 24 septas (unas primarias y otras cortas), siendo seis las principales, y en el centro hay una "columella" y alrededor de ésta seis "pali". Los septos son grises, y la masa que hay entre ellos y en el centro es oscura, por lo que la bola (colonia) aparece de un color general gris oscuro con pequeñas manchas más claras. Por falta de publicaciones especiales sobre corales y de material de comparación, solamente puedo indicar que por la "columella" y los "pali" el material descrito arriba puede pertenecer a la familia de las *Poritidae* Dana.

Mollusca

Se observaron solamente ejemplares de gasterópodos y de bivalvos fósiles.

Gastropoda. Son generalmente escasos, aunque a veces hay varios ejemplares casi juntos. Se observaron por lo menos dos géneros distintos, *Nerinea* y *Actaeonella*, y tal vez el género *Murex*.

Edad geológica: Senoniano medio.

Procedencia: Cerrito, Peñuela, Ver.

Actaeonella sp.

Solamente he reconocido varias secciones incompletas, sin que éstas presenten claramente los tres pliegues internos, tan típicos del género

Actaeonella. Pero por la forma y contorno deben ser de este género, aunque por lo incompleto de las secciones son indeterminables específicamente. Los ejemplares observados tienen hasta más de 4 cm. de altura, y hasta 2.5 cm. de anchura. Por el contorno de los ejemplares parecen ser similares a especies de *Actaeonella* descritas por E. Boese, de la región de Cárdenas, S. L. P. (véase Inst. de Geología, Boletín 24.)

Nerinea sp.

Las secciones observadas no presentan bien la forma interna de las vueltas, y no se encontró una sola sección longitudinal entera. Sin embargo, creo haber distinguido por lo menos dos especies, puesto que he observado una forma cónico-alargada y angosta, de más de 8 cm. de altura y de sólo 8 mm. de anchura, y otra cónica y bastante alargada, de algo más de 6 cm. de altura y anchura mayor de 1.5 cm.

?*Murex* sp.

Observé algunas secciones incompletas de un gasterópodo de algo más de 7 cm. de altura y anchura de 3 cm., tal vez del género *Murex*, según parece por el contorno y forma de las secciones.

Bivalvia (*Lamellibranchiata*). De bivalvos fósiles encontré casi exclusivamente paquiodontos, variados y en buen número; otros bivalvos son muy escasos, puesto que observé solamente dos ejemplares en secciones incompletas. Una es de 2 cm. de altura, poco abovedada y con finas costillas radiales, que hacen probable que se trate del género *Pecten*. La otra sección demuestra que se trata de un bivalvo de 7 cm. de altura, algo más de 5 cm. de anchura, y con concha de color gris pardo. Pudiera ser esta sección del género *Exogyra*.

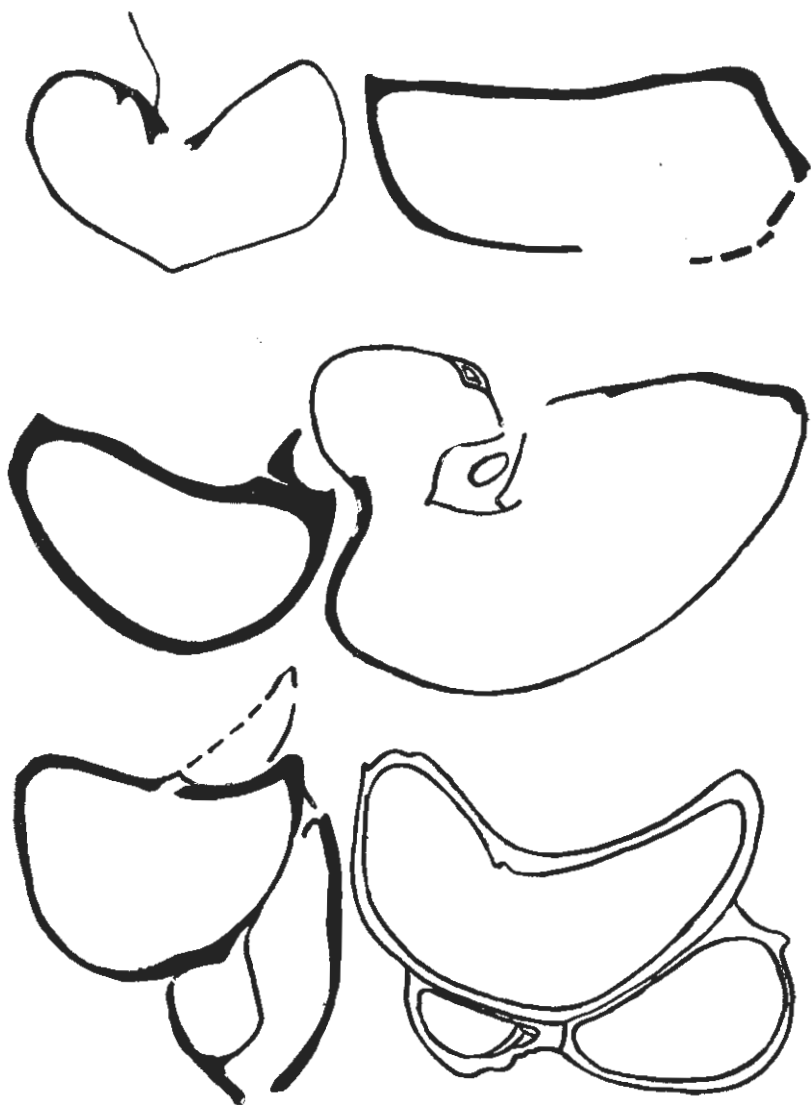
Edad geológica: Senoniano medio.

Procedencia: Cerrito, Peñuela, Ver.

Todos los demás bivalvos son paquiodontos típicos.

Pachyodonta

Aparte de tres ejemplares que son indeterminables por recristalización de la concha, que hace imposible su clasificación, he examinado



Lib. F.K.G. Mullerried, 1946.

FIGURAS 11 A 16

11. *Apricardia mongesi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver., Sección de tamaño natural en laja del edificio XEW, 3^ª Ayuntamiento 7, ciudad de México.—12. *Apricardia mongesi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección de tamaño natural en laja del edificio San Antonio, Av. Juárez 64, ciudad de México.—13. *Apricardia mongesi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección de tamaño natural en laja del edificio N^º 254 de Insurgentes, ciudad de México.—14. *Apricardia mongesi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección de tamaño natural en laja del edificio Clichy, Cinco de Mayo 29, ciudad de México.—15. *Apricardia mongesi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección en tamaño natural en laja del edificio XEW, 3^ª Ayuntamiento 52-54, ciudad de México.—16. *Apricardia mongesi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección de tamaño natural en laja del edificio Miguel E. Abed, Isabel la Católica 45, ciudad de México.

aproximadamente 1,000 ejemplares de paquiodontos, en secciones, pertenecientes sin duda a tres familias, a saber: *Diceratidae*, *Caprinidae* y *Rudistae*. De las demás familias de paquiodontos, que son las *Chamidae*, *Requienidae*, *Monopleuridae* y *Caprotinidae*, no se encontraron representantes en la caliza del Cerro de Peñuela, aunque es de suponerse que tal vez uno que otro ejemplar de las tres secciones indeterminables pueden pertenecer a otras familias.

Fam. *Diceratidae*. G. *Apricardia* Guéranger 1853

Apricardia mongesi n. sp.

(Figs. 11 a 19.)

Se examinaron como 300 ejemplares y he dibujado 45 secciones.

Dimensiones de individuos con ambas valvas: el diámetro es de 2.5 a 6, y excepcionalmente hasta de 7.5 cm., y la altura de 1 a 6 cm. Generalmente la anchura es algo mayor que la altura, pero sin que sea posible fijar la proporción.

La valva grande es bastante baja, la proporción de la altura al diámetro es de 1:2. El lado superior de la valva es algo cóncavo, y el lado inferior bastante abovedado hacia abajo. Se nota una quilla, algo saliente, en el extremo del borde superior. La forma de esta valva es solamente conocida en secciones.

La valva pequeña es de tamaño reducido, con diámetro hasta de 2.5 cm. y altura de 2 cm. La forma es menos bien conocida que la de la otra valva, porque se observaron pocas secciones de ella.

Los caracteres internos son desconocidos.

La concha de ambas valvas tiene de 1 a 2 mm., y en partes hasta 4 mm. de grosor, es de textura finamente laminada, y de color café grisáceo.

Se observaron pocos individuos aislados, pero muchas veces se encuentran en nidos o colonias de pocos (hasta 4 individuos).

Determinación: como en los estratos superiores al Turoniano es conocida únicamente una especie, la *Apricardia archiaci* Douvillé, precisa hacer la comparación de las secciones del fósil descrito arriba, con esta especie. Esta tiene valva grande de forma casi semiesférica y una incisión ligera a la mitad de la altura, por lo que difiere esencialmente del fósil del Cerro de Peñuela descrito arriba. Hay que considerar entonces este fósil como especie nueva del género *Apricardia*, caracterizada como sigue:



Dib. F.K.G. Müllerried, 1946.

FIGURAS 17 A 19

17. *Apricardia mongesi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección de tamaño natural en laja del edificio N^o 254 de Insurgentes, ciudad de México.—18. *Apricardia mongesi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección de tamaño natural en laja del edificio Buick (Mariscal Motors, S. A.), 3^o Havre 43, ciudad de México.—19. *Apricardia mongesi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección de tamaño natural en laja del edificio XEW, 3^o Ayuntamiento 52-54, ciudad de México.

es de forma más bien grande, hasta 7.5 cm. de diámetro y hasta 6 cm. de altura, pero la valva grande tiene una altura, comparada con el diámetro, en proporción de 1:2, y la valva pequeña es de tamaño reducido; la concha tiene grosor de 1 a 2 mm., en partes hasta 4 mm.; la forma de ambas valvas es incompletamente conocida; los caracteres internos son desconocidos.

La nueva especie es designada *Apricardia mongesi* n. sp., en honor del señor ingeniero Ricardo Monges López, Secretario de la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica en México, cuyo interés científico, ampliamente conocido, abarca también la paleobiología e hizo posible la preparación de este estudio.

Edad geológica: Senoniano medio.

Procedencia: Cerrito, Peñuela, Ver.

Fam. *Caprinidae*. Se observan escasamente secciones incompletas de caprinidos, característicos por la textura de la concha, aunque indeterminables aún genéricamente por ser sus secciones incompletas, y por no conocer con seguridad secciones de ambas valvas. La forma de las células y canales de la concha de las valvas, hace probable que existan los géneros *Schiosia*, *Coralliochama* y *Plagioptychus* en la caliza de Peñuela. Aunque el género *Schiosia* no es conocido en capas del Cretácico superior en México, puede encontrarse, y los otros dos géneros citados, *Coralliochama* y *Plagioptychus*, son bien conocidos en México. De caprinidos encontrados en la caliza de Peñuela, hay que señalar, pues: ?*Schiosia* sp., ?*Coralliochama* sp. y ?*Plagioptychus* sp.

Edad geológica: Senoniano medio.

Procedencia: Cerrito, Peñuela, Ver.

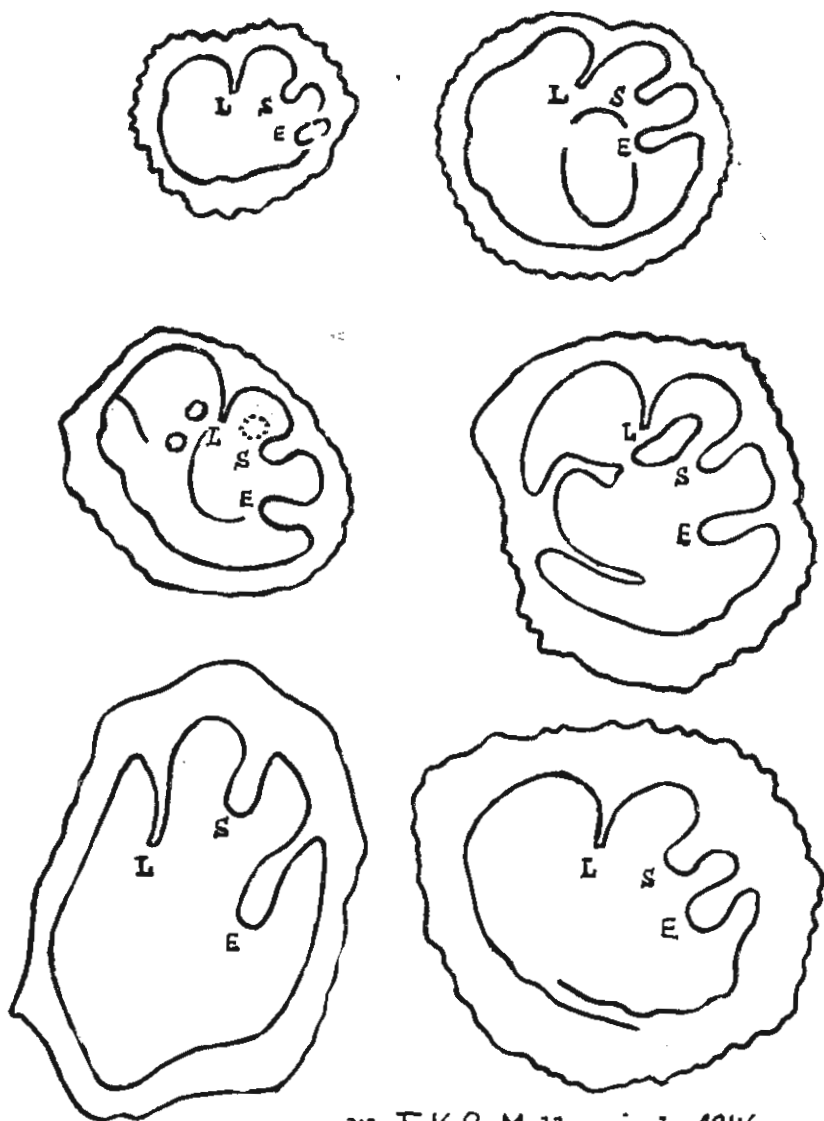
Fam. *Rudistae*. A esta familia pertenece la mayoría de los paquiodontos que he reconocido en la caliza de Peñuela. Existen varios géneros que pertenecen a la subfamilia de los radiolítidos, y hay uno solo de la subfamilia de los hipurítidos.

Subfamilia. *Hippuritidae* Gray. Se encontraron pocos ejemplares de una sola especie conocida del género *Hippurites* (*Vaccinites*).

Hippurites (*Vaccinites*) *boehmi* Douvillé pars.

(Figs. 20 a 25)

1897. *Hippurites boehmi* n. sp.—Douvillé, Etudes sur . . . les Hippurites. Mém. Soc. Géol. France, t. 7, págs. 197-199, láms. 30 y 34.



Dib. F. K. G. Mullerried, 1946.

FIGURAS 20 A 25

20. *Hippurites (Vaccinites) boehmi* Douvillé pars, procedente de Peñuela, Ver. Sección transversal de tamaño natural en laja del edificio Guardiola, Cinco de Mayo 1, ciudad de México.—21. *Hippurites (Vaccinites) boehmi* Douvillé pars, procedente de Peñuela, Ver. Sección transversal de tamaño natural en laja del edificio N° 76 de Insurgentes, ciudad de México.—22. *Hippurites (Vaccinites) boehmi* Douvillé pars, procedente de Peñuela, Ver. Sección transversal de tamaño natural en laja del edificio S. y R., Oaxaca 18, ciudad de México.—23. *Hippurites (Vaccinites) boehmi* Douvillé pars, procedente de Peñuela, Ver. Sección transversal de tamaño natural en laja del edificio N° 76 de Insurgentes, México.—24. *Hippurites (Vaccinites) boehmi* Douvillé pars, procedente de Peñuela, Ver. Sección transversal de tamaño natural en laja del edificio S. y R., Oaxaca 18, ciudad de México.—25. *Hippurites (Vaccinites) boehmi* Douvillé pars, procedente de Peñuela, Ver. Sección transversal de tamaño natural en laja del edificio Guardiola, Cinco de Mayo 1, ciudad de México.

1866. *Hippurites sulcatus* Defr.—Zittel, Gosaugebilde . . . Denkschr. k. Ak. Wiss., t. 25, págs. 139 y 140, láms. XX y XXII.

Se han estudiado 18 secciones, principalmente transversales, y pocas verticales. La longitud del individuo es hasta algo más de 17 cm., y la anchura desde 3 hasta algo más de 6.5 cm.

Valva superior: ligeramente convexa hacia arriba y observada en un solo ejemplar en una sección vertical.

Valva inferior: de forma cónico-alargada a casi columnar, siendo la terminación inferior cónico-corta. La sección transversal es circular a algo ovalada. La ornamentación externa consiste en buen número de costillas angostas y verticales, y en tres incisiones verticales correspondientes a L, S y E, pero que no siempre son bien visibles. La concha de la valva inferior tiene hasta 11 mm. de grosor, y es de color blanco. La textura de la valva raras veces es bien visible y consiste en láminas paralelas, pero inclinadas ligeramente hacia el interior.

Los caracteres internos más importantes son los de las tres inflexiones verticales L, S y E, cuyas secciones transversales aparecen en las figuras adjuntas que demuestran que L es larga, pero angosta, volviéndose algo más angosta en su extremo interior y terminando como en un corte; que S es más corta, bastante ancha y ligeramente comprimida en su base, y terminando en redondo en su extremo interior, y que E es tan larga como L, algo más ancha que S, pero más comprimida en su base, y redondeada en su extremo interno. Las invaginaciones S y E tienen menor distancia entre ellas que L y S, siendo el ángulo L/E de 75 grados, y el de L/S de 50 grados aproximadamente.

Se reconoce también Cv, que es bastante alargado verticalmente y tiene relleno de calcita.

De otros caracteres interiores nada es conocido con seguridad, ni aun la inclinación de la charnela respecto a L, que tiene importancia en la determinación específica de los *Hippurites*.

Determinación: Por varios caracteres y por sus dimensiones, la forma descrita arriba es similar a parte del *Vaccinities inaequicostatus macgillavry* (Palmer) (24, pág. 113), pero las ondulaciones, bastante numerosas y bastante amplias en esta especie, son en el material de Peñuela pocas y ligeras, por lo que la forma descrita arriba no es idéntica al *V. inaequicostatus macgillavry* (Palmer).

La mayor semejanza del fósil de referencia es con el *Hippurites* (*Vaccinities*) *boehmi* Douvillé sp., que incluye el *Hippurites boehmi* Douvillé y el *Hippurites chalmasi* Douvillé (Toucas, Radiolitidés, 1904). Sin embargo, el *Hippurites chalmasi* tiene menores dimensiones

que el *Hippurites boehmi*, y su ángulo L/E es de 90 grados en vez de 60 a 80 grados como es en el *Hippurites boehmi*. que tiene en el borde interno de la concha bastantes ondulaciones poco salientes, algunas angostas y pocas amplias, por lo que el fósil de Peñuela descrito arriba puede ser considerado como idéntico al *Hippurites (Vaccinites) boehmi* Douvillé. Esta última especie tiene cierta variación, puesto que A. Toucas (*Hippurites*, 1904) y J. Felix (*Kreideschichten bei Gosau*, 1908) presentan en las respectivas figuras formas sin ondulaciones en el lado interno de la concha, lo que no he observado en los ejemplares de Peñuela. Por estas diferencias parece indicado identificar el material de Peñuela solamente con aquella parte caracterizada por igual forma de L, S y E, iguales dimensiones y bastantes a pocas ondulaciones, más bien angostas que anchas, en el lado interno de la concha. Por lo tanto el material de Peñuela es designado aquí como *Hippurites (Vaccinites) boehmi* Douvillé pars.

Edad geológica: Senoniano medio; pero es de indicarse que el material procedente de Europa y a que se hizo referencia especial en la descripción dada arriba, es del Campaniano inferior.

Procedencia: Cerrito, Peñuela Ver.

Subfamilia *Radiolitidae* Gray. Se encontraron pocos ejemplares de secciones incompletas o no muy bien interpretables, tal vez de los géneros *Radiolites* y *Sauvagesia*? Además están presentes en buen número de ejemplares los géneros *Bournonia*, *Durania* y *Neoradiolites*, representados cada uno por una sola especie, descritas en seguida.

G. *Bournonia* Fischer 1887.

Bournonia carrilloi n. sp.

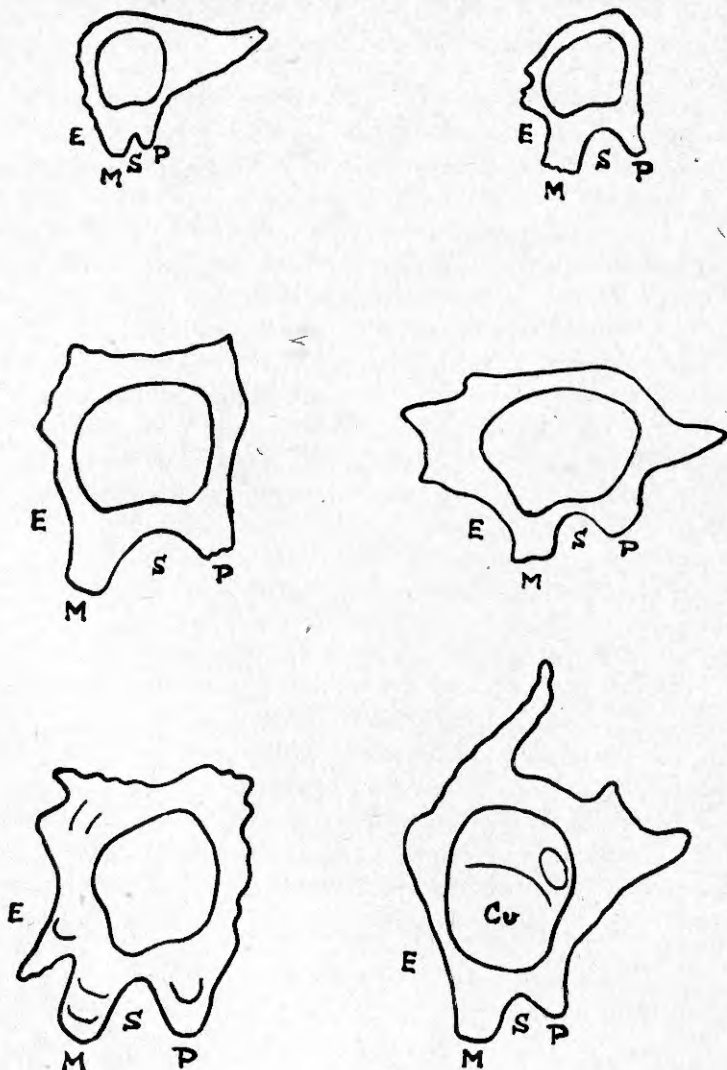
(figs. 26 a 31.)

Se han observado y estudiado 40 secciones horizontales. Secciones verticales no han sido identificadas con seguridad.

Valva superior: no reconocida con seguridad.

Valva inferior: de forma cónico-alargada. Las secciones tienen 1.5 a 6 cm. de diámetro, y más a menudo contorno cuadrado o rectangular, aproximadamente.

La ornamentación consiste en costillas verticales que alternan con incisiones e invaginaciones, siendo irregular, pues no todas las secciones



Dib. F. K. G. Mullerried, 1946.

FIGURAS 26 A 31

26. *Bournonia carrilloi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección transversal de tamaño natural en laja del edificio Buick (Mariscal Motors, S. A.). 3^a Havre 43, ciudad de México.—27. *Bournonia carrilloi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección transversal de tamaño natural en laja del edificio Buick (Mariscal Motors, S. A.), 3^a Havre 43, ciudad de México.—28. *Bournonia carrilloi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección transversal de tamaño natural en laja del edificio XEW, 3^a Ayuntamiento 52-54, ciudad de México.—29. *Bournonia carrilloi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección transversal de tamaño natural en laja del edificio Clichy, Cinco de Mayo 29, ciudad de México.—30. *Bournonia carrilloi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección transversal de tamaño natural en laja del edificio San Antonio, Av. Juárez 64, ciudad de México.—31. *Bournonia carrilloi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección transversal de tamaño natural en laja del edificio San Antonio, Av. Juárez 64, ciudad de México

demuestran uniformidad respecto a la ornamentación de la valva inferior. A veces hay costilla saliente hacia la derecha-anterior, respectivamente izquierda-anterior, pero los pliegues más salientes se encuentran del lado posterior, en la región S y E.

Esta zona sifonal demuestra dos invaginaciones verticales de poca hondura que corresponden a S y E, siendo S más hondo que E, pero éste último más ancho que S. Entre las dos zonas sifonales hay un pliegue, ancho y saliente, que se designa con M, y a la derecha de S está P, otro pliegue, algo menos saliente y algo menos ancho que M. Termina P redondeado, mientras que M es como cortado. Presentan también diferencia de estructura de la concha, puesto que el pliegue P en sección horizontal es un pliegue angosto de láminas hacia afuera, y M un pliegue casi rectangular, de láminas que son paralelas al contorno de los dos pliegues en sección horizontal.

La textura de la concha tal como aparece en secciones horizontales, consiste en láminas finas que presentan ligeras a fuertes ondulaciones, en parte ya descritas arriba.

Determinación: El fósil descrito arriba es semejante al *Biradiolites praeingens* Toucas, pero esta especie carece del contorno cuadrado a rectangular de la forma de Peñuela. Esta última característica se refleja en la circunferencia del interior que tiene la misma forma. Por esto y por las costillas, poco a muy salientes e irregulares, difiere el fósil de Peñuela completamente del *Biradiolites praeingens* y de la *Bournonia excavata*, otro radiolítido semejante a aquel, por lo que salta a la vista que el material de Córdoba representa especie nueva del género *Bournonia*, que designo como *Bournonia carrilloi* n. sp., en honor del doctor Nabor Carrillo, Jefe de la Sección de Investigaciones Mecánicas en la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica, y Jefe del Departamento de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, donde realiza desde hace años encomiable labor.

Edad geológica: Senoniano medio.

Procedencia: Cerrito, Peñuela, Ver.

G. *Durania* Douvillé 1908.

Durania mexicana n. sp.

(Figs. 32 a 40.)

Se observaron 14 secciones horizontales y otras 10 verticales, de donde resultó que el diámetro grande es de 11 a 30.5 cm., el pequeño de

7 a 22 cm., y la altura de algunas secciones con ambas valvas de 13 a 15 cm.

La forma del fósil según las secciones es casi columnar, pero de sección transversal casi ovalada, aunque de contorno frecuentemente irregular por protuberancias, etc. En general el fósil es menos alto que ancho, con base bastante extendida.

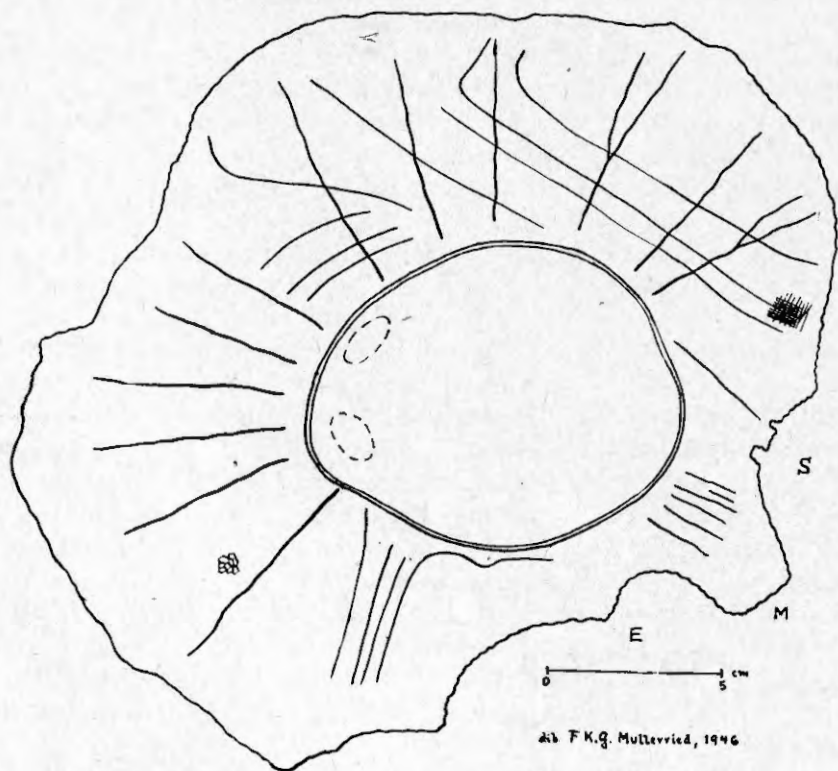


Fig. 32. *Durania mexicana* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección transversal de tamaño reducido (en la figura) en laja de la Marmolería Ponzanelli, Eufrates 7, ciudad de México.

Valva superior: algo convexa hacia arriba con hendidura en la parte central bastante gruesa, de 1 a 3 cm. de grosor. La superficie es algo irregular. La capa externa se compone de septas ligeramente onduladas, en general paralelas al borde superior de la valva.

Valva inferior: La concha tiene anchura de 1 a 10 cm. La capa externa abarca casi toda esta anchura, es muy gruesa, y en secciones ho-

rizontales se nota bien la textura poligonal, teniendo los polígonos diámetro de 1 a 3 mm., y siendo de forma algo variada. Existe sistema de septos horizontales, que hacia el borde de la valva son algo inclinados hacia abajo, y que aparece con toda claridad en las secciones verticales. Estos septos son cruzados por otros casi verticales, paralelos entre sí e intercalados. La capa interna tiene solamente medio a 1 mm. de grosor, y es de calcita cristalina.

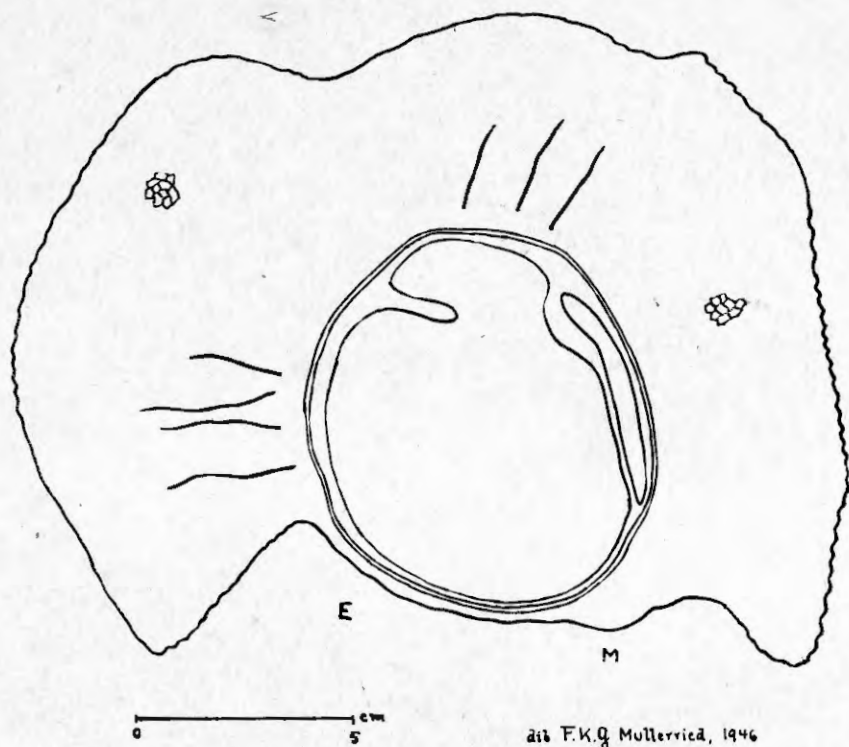


Fig. 33. *Durania mexicana* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección transversal de tamaño reducido (en la figura) en laja del edificio Prendes, Dieciséis de Septiembre 10, ciudad de México.

Otra característica de la capa externa consiste en impresiones de las arterias radiales, en parte bifurcadas hacia afuera, y que son bastante numerosas.

Las zonas sifonales no he podido reconocerlas suficientemente, pero están en la parte trasera de la valva, caracterizada por concha menos gruesa que en otras porciones del fósil.

Los caracteres internos del fósil no fueron bien reconocidos, con excepción de Cv, que tiene contorno ovalado en sección horizontal, cuyo diámetro grande es de 4 a 13.5 cm. y el pequeño de 3.5 a 12 cm. Tiene relleno de caliza. Falta la inflexión ligamental L.

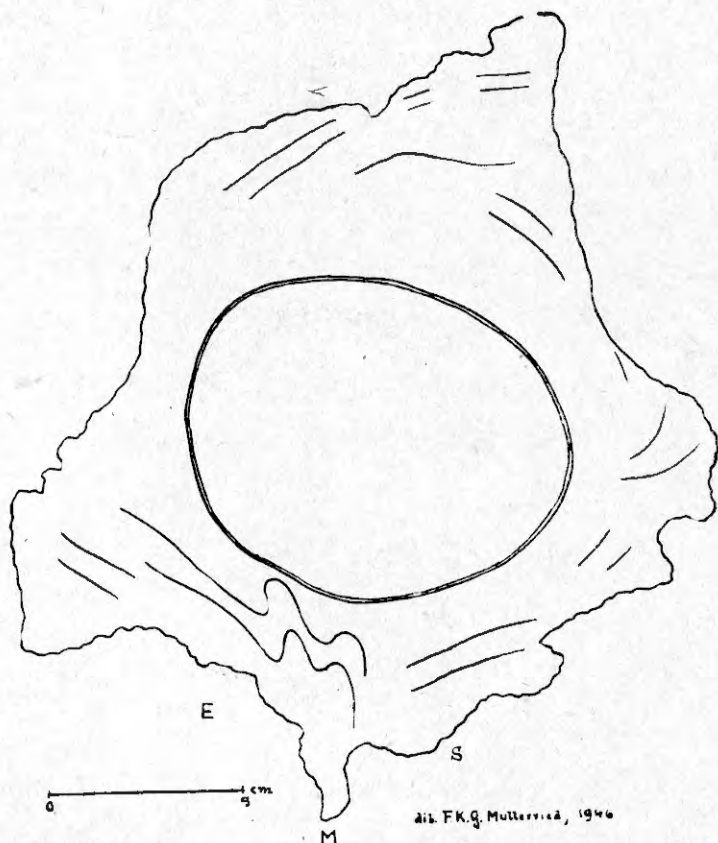


Fig. 34. *Durania mexicana* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección transversal de tamaño reducido (en la figura) en laja del edificio Guardiola, Cinco de Mayo 1, ciudad de México.

Determinación: El material de Peñuela, descrito arriba, es por sus dimensiones, caracteres y textura de la concha, similar a la *Durania curasavica* y a la *D. lopez-trigo*, pero difiere de estas especies en que su forma es casi columnar. Por su forma es semejante a la *Durania palmeri* Vermunt, pero con dimensiones mayores. Por todo lo anterior no es posible identificar el material de Peñuela del género *Durania* con las

especies conocidas y descritas, ni tampoco con las tres especies citadas arriba, por lo que debe considerarse como especie nueva, que designo como *Durania mexicana* n. sp. por haberse encontrado por vez primera en suelo mexicano.

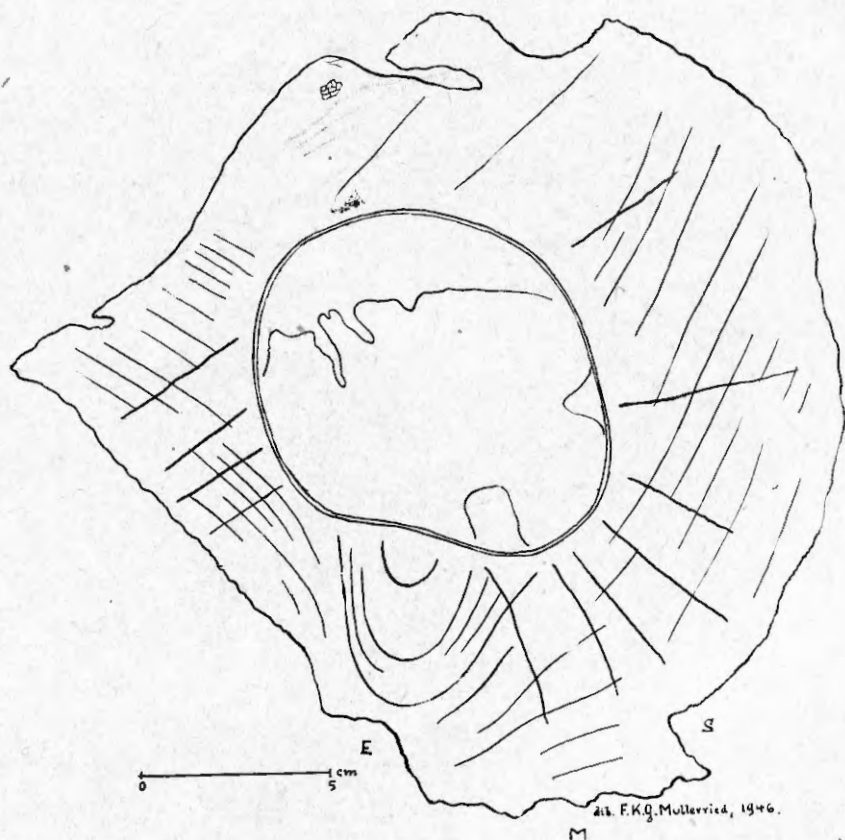


Fig. 35. *Durania mexicana* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección transversal de tamaño reducido (en la figura) en laja del edificio Clichy, Cinco de Mayo 29, ciudad de México.

Edad geológica: Senoniano medio.

Procedencia: Cerrito, Peñuela, Ver.

G. *Neoradiolites* Milovanovic 1937.

Neoradiolites ordoñezi n. sp.

(Figs. 41 a 52.)

Se observaron algunos centenares de secciones, en parte fragmentarias, de este fósil, y se examinaron detenidamente 70 secciones, de las que 62 eran verticales y 8 horizontales.

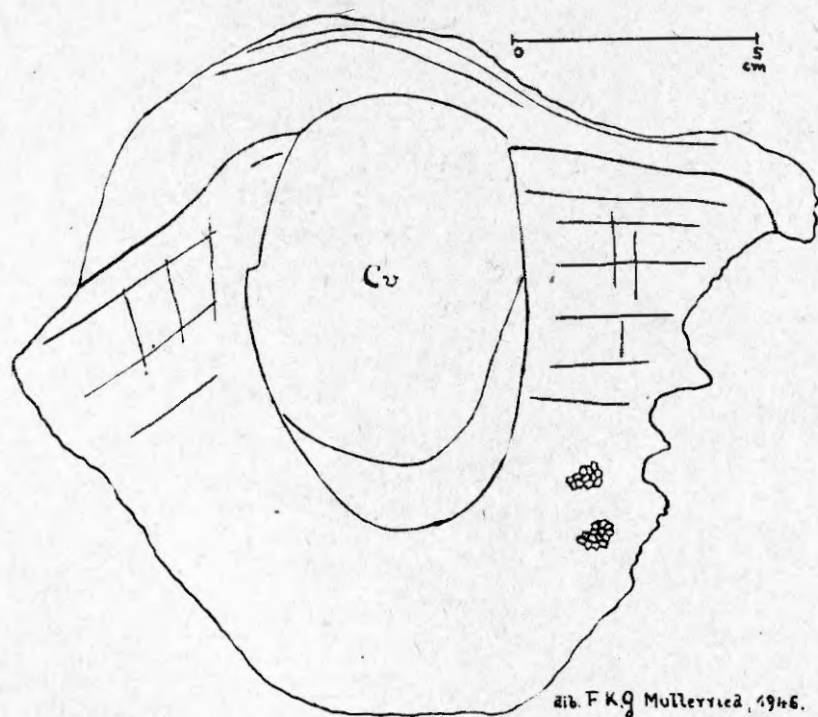


Fig. 36. *Durania mexicana* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección vertical de tamaño reducido (en la figura) en laja del edificio Jalisco, Av. del Ejido 7, ciudad de México.

Dimensiones del fósil con ambas valvas.—Altura total: desde 1.2 a 27 cm. Anchura o diámetro en la comisura: desde 2.3 a 25, y excepcionalmente hasta 36 cm. Diámetro grande: generalmente entre 10.5 y 20 cm. Proporción del diámetro a la altura: generalmente 2:1; algunas veces el diámetro poco mayor que la altura. Proporción de la altura de la valva superior a la de la inferior: generalmente 1:2; algunas veces 1:3.

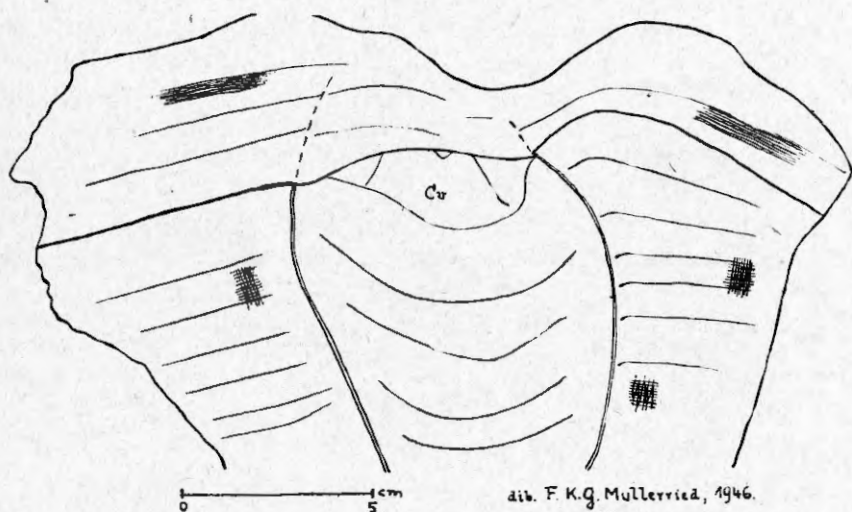


Fig. 37. *Durania mexicana* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección vertical de tamaño reducido (en la figura) en laja del edificio Clichy, Cinco de Mayo 29, ciudad de México.

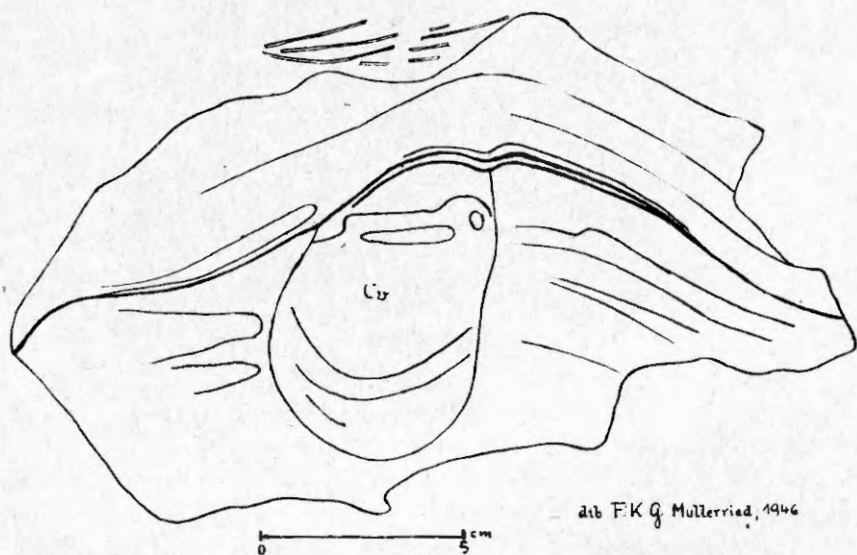


Fig. 38. *Durania mexicana* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección vertical de tamaño reducido (en la figura) en laja del edificio S. y R., Oaxaca 18, ciudad de México.

Valva superior: la forma general de esta valva queda modificada durante el crecimiento, puesto que en estado joven tiene forma de tapa ligeramente convexa hacia arriba (figs. 41 y 42), mientras que en individuos adultos la parte central de la valva está levantada en forma de cúpula (figs. 43 a 52), y los lados tienen ligera inclinación hacia el borde de la valva superior. Aun así, la cúpula es bastante baja, siendo su altura la mitad y hasta la tercera parte de la valva inferior. Desde la comisura hasta la terminación superior de la valva, ésta se levanta desde 2 mm. en individuos jóvenes hasta 14 cm. en individuos adultos, siendo la altura de la valva superior, en la mayoría de los casos, entre 2 y 10 cm.

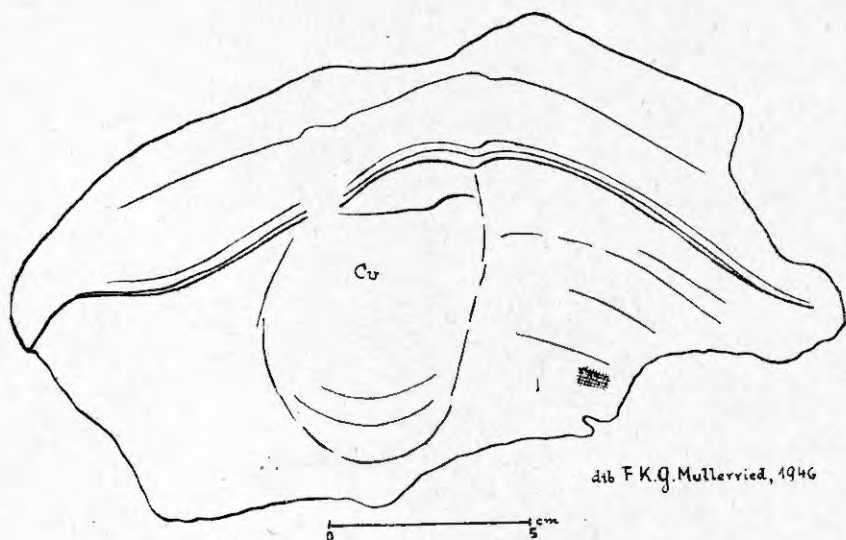


Fig. 39. *Durania mexicana* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección vertical de tamaño reducido (en la figura) en laja del edificio S. y R., Oaxaca 18, ciudad de México.

La superficie de la valva superior es lisa, con excepción de la zona del borde externo, donde hay pliegues angostos, de medio a 1 cm., dirigidos radialmente desde el borde hacia el centro de la valva, y con anchura de 2 a 3 mm. en individuos adultos. En la superficie de la valva superior se notan estrías finas de crecimiento concéntricas.

La concha de la valva tiene grosor máximo hasta de algo más de 2 cm. y excepcionalmente hasta de 2.5 cm. No se ha observado capa de cubierta, pero sí capa externa muy gruesa y otra interna muy delgada. La capa externa corresponde a casi todo el grosor de la concha

de la valva superior, y está compuesta de láminas de 1/6 mm. de grosor en individuos jóvenes y hasta de 3/4 mm. en individuos adultos. Estas láminas delgadas son paralelas entre sí, pero ligeramente inclinadas hacia el borde de la valva, por lo que no son exactamente paralelas al borde superior de la valva inferior. La textura de las láminas es de estrías

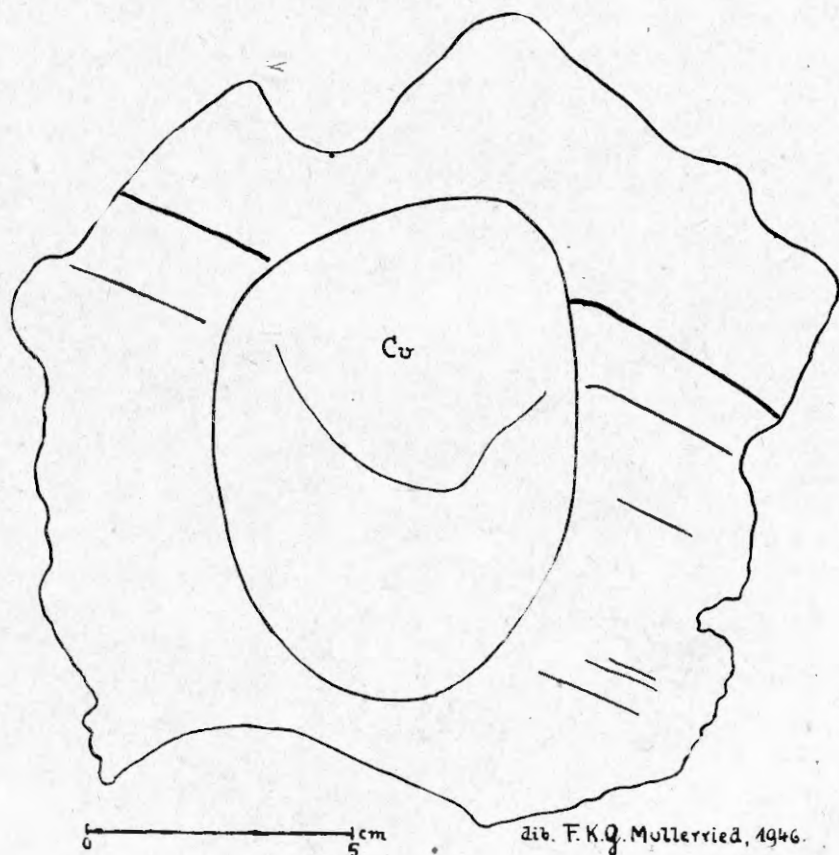
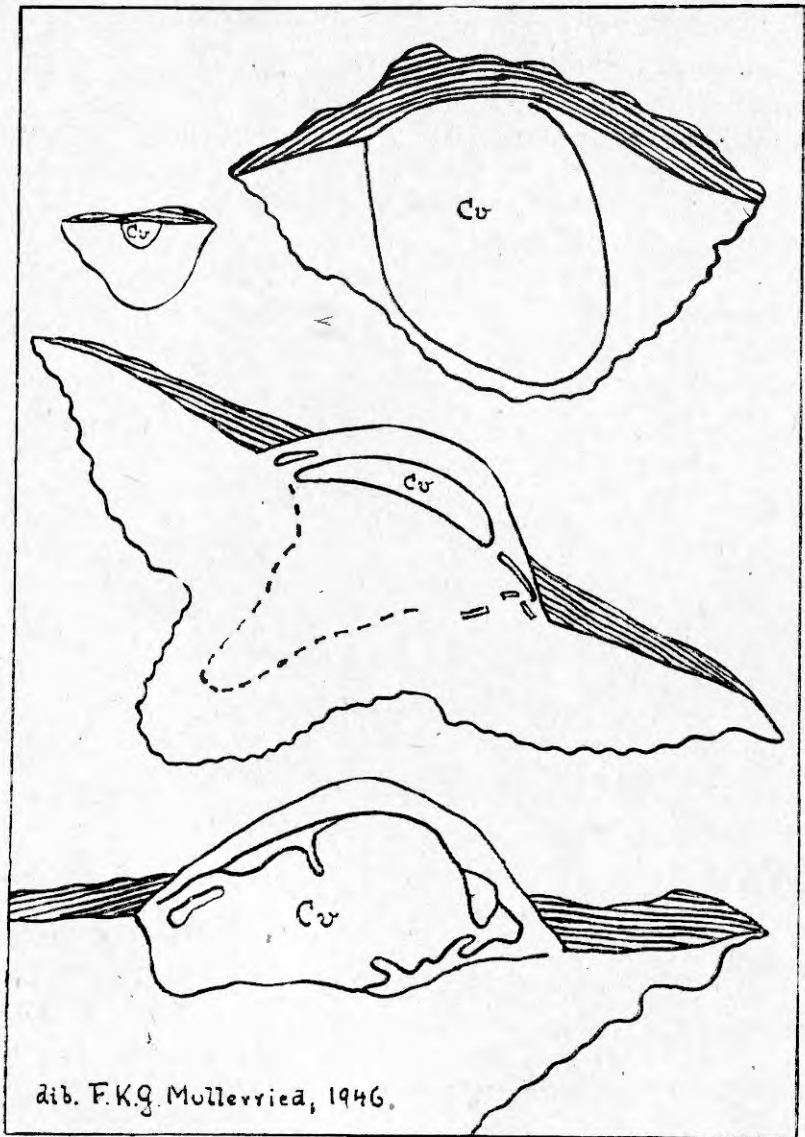


Fig. 40. *Durania mexicana* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección vertical de tamaño reducido (en la figura) en laja del edificio Clichy, Cinco de Mayo 29, ciudad de México.

finas de dos sistemas, unas paralelas a la laminación y otras casi transversales. La capa interna no fué bien reconocida, puesto que la observé únicamente en dos individuos jóvenes y en la porción central de la valva, como una capita de 1/4 mm. de grosor, de calcita de color claro.



FIGURAS 41 A 44

41. *Neoradiolites ordoñezi* n. sp. procedente de Peñuela, Ver. Sección vertical de tamaño natural en laja de la Marmolería Artística, Calzada de la Piedad 108.—42. *Neoradiolites ordoñezi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección vertical de tamaño natural en laja del edificio Chapultepec, Paseo de la Reforma 503, ciudad de México.—43. *Neoradiolites ordoñezi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección vertical de tamaño natural en laja del edificio Ile de Havre, 4ª Londres-2ª Havre, ciudad de México.—44. *Neoradiolites ordoñezi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección vertical de tamaño natural en laja del edificio Miguel E. Abed, Isabel la Católica 45, ciudad de México.

Valva inferior: La forma general de esta valva es cónico-corta en los individuos jóvenes, y cónica a bastante alargada, pero con base muy extendida, en los individuos adultos.

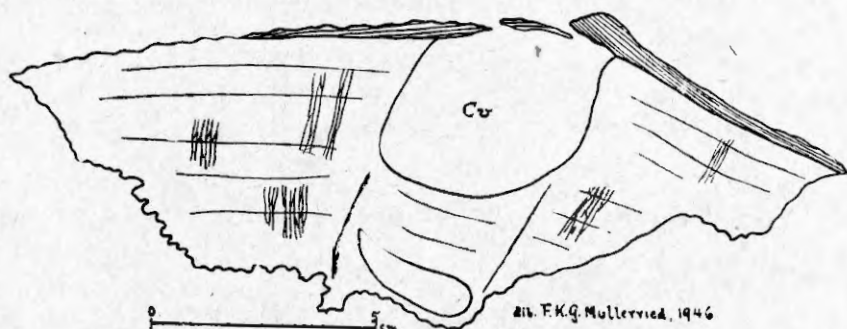


Fig. 45. *Neoradiolites ordoñezi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección vertical de tamaño reducido (en la figura) en laja del edificio Buick (Mariscal Motors, S. A.) 3ª Havre 43, ciudad de México.

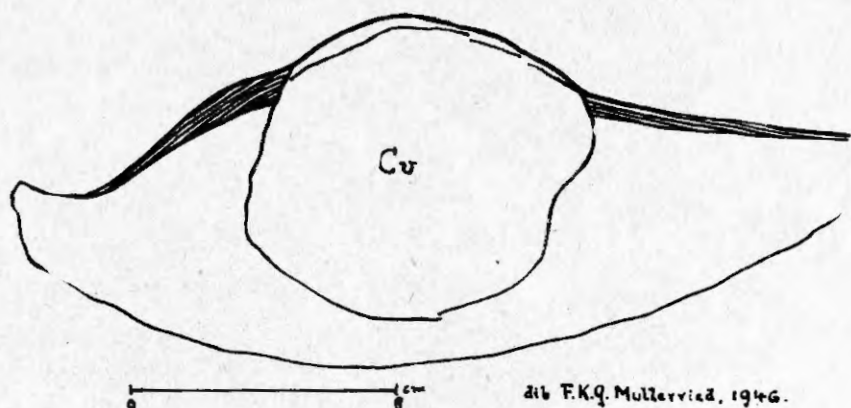


Fig. 46. *Neoradiolites ordoñezi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección vertical de tamaño reducido (en la figura) en laja del edificio Chapultepec, Paseo de la Reforma 503, ciudad de México.

Existen en los lados de la valva varias porciones salientes, en número de 2 a 5; correspondiendo al borde ondulado de la valva superior, deben existir en los lados de la valva inferior costillas angostas, de 2 a 3 mm. de anchura en los individuos adultos, poco salientes y que no pudieron reconocerse bien en las secciones estudiadas.

La concha de la valva inferior es gruesa, desde 7 mm. en individuos jóvenes hasta 11 cm. en los adultos. En estos últimos el grosor es de 3 a 10 cm. en lo general, pero varía, puesto que en la parte trasera de la valva se observa generalmente concha algo menos gruesa. La concha se compone de 3 capas. La capa de cubierta o capa cortical es muy delgada, y la observé únicamente en individuos jóvenes, donde en partes de la concha es de color claro, pero atravesada por finas estrías algo inclinadas hacia el interior de la valva. La capa externa es muy gruesa;

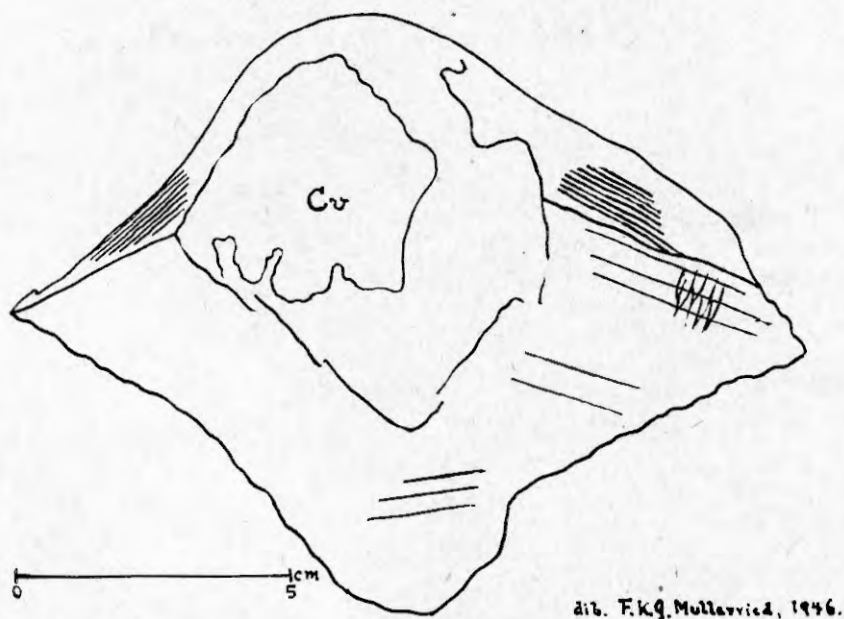


Fig. 47. *Neoradiolites ordoñezi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección vertical de tamaño reducido (en la figura) en laja del edificio Prendes, Dieciséis de Septiembre 10, ciudad de México.

tiene casi todo el grosor de la concha indicado arriba, de 7 a 10.5 cm., y su textura consiste en septos más o menos paralelos al borde superior de la valva inferior, es decir, más o menos horizontales, pero con ligera inclinación hacia abajo cerca del interior de la concha. Los septos son numerosos, puesto que en individuos jóvenes hay 6 septos por cada milímetro de altura, y en los adultos se observan 8 septos por 1 cm. de altura de la concha. Estos septos están cruzados irregularmente por otros, casi verticales, que se bifurcan en dirección vertical hacia abajo o hacia

arriba. Estos últimos septos distan entre sí de $\frac{1}{2}$ a 1 mm. en individuos adultos. La capa interna es muy delgada, desde 0.5 mm. en los individuos jóvenes hasta 2 cm. en los adultos. Tiene color blanco a pardo, es de calcita de textura no bien reconocible.

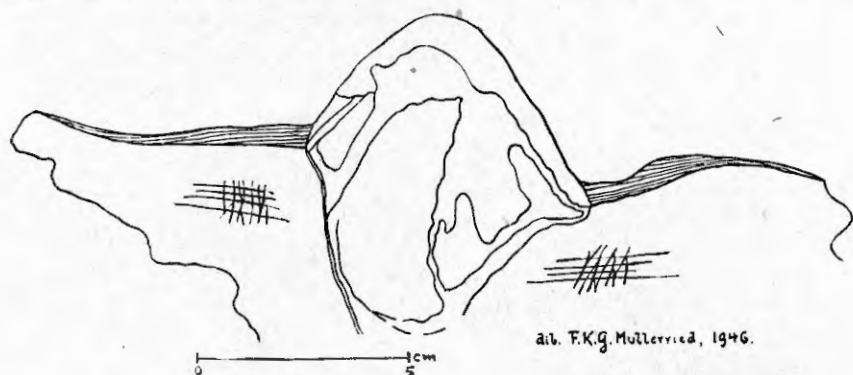


Fig. 48. *Neoradiolites ordoñezi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección vertical de tamaño reducido (en la figura) en laja del edificio San Antonio, Av. Juárez 64, ciudad de México.

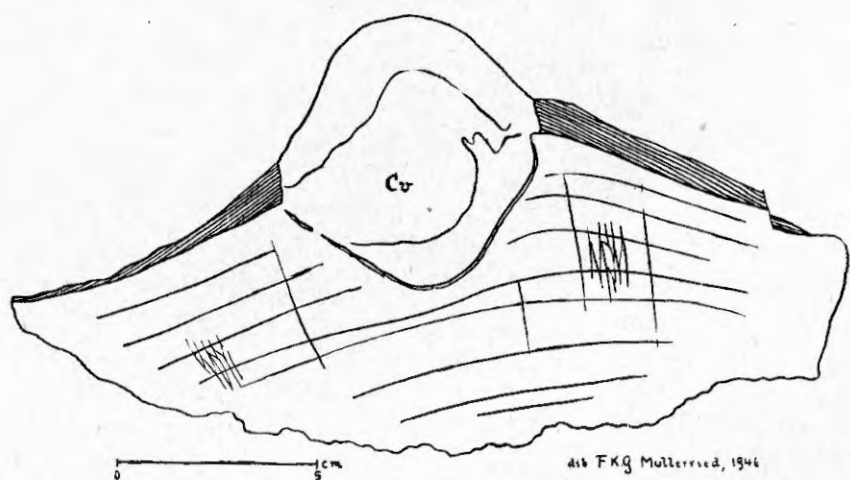


Fig. 49. *Neoradiolites ordoñezi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección vertical de tamaño reducido (en la figura) en laja del edificio Miguel E. Abed, Isabel la Católica 45, ciudad de México.

Zonas sifonales: No ha sido posible fijar las zonas sifonales del lado externo de la valva inferior, aunque el lado exterior de la valva

en la parte trasera presenta cierta ondulación o partes salientes y otras hundidas que deben corresponder a las zonas sifonales, sin que haya sido posible fijarlas con seguridad.

Caracteres interiores: El ligamento interno L no ha sido reconocido. La charnela y las apófisis están indicadas en algunas secciones por masas de calcita cristalina, pero sin que haya sido posible fijar el contorno de los dientes de la charnela, etc. Únicamente está bien visible el lugar que ocupó el animal, Cv, en todas las secciones, por lo que Cv

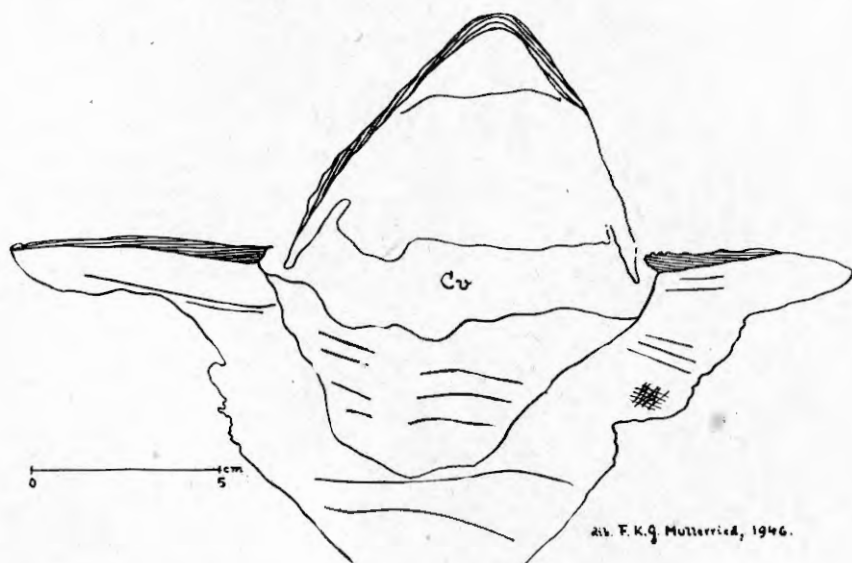


Fig. 50. *Neoradiolites ordoñezi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección vertical de tamaño reducido (en la figura) en laja del edificio XEW, 3ª Ayuntamiento 52-54, ciudad de México.

es amplia y honda, abarcando partes de ambas valvas. La proporción entre el diámetro de Cv y el diámetro de la valva superior es 1:2 a 3. En la valva inferior Cv tiene sección transversal ovalada, con el diámetro grande dirigido más o menos de izquierda a derecha, y tiene, en muchas secciones de individuos adultos, de 8 a 12.5 cm. de longitud, y en individuos jóvenes solamente $\frac{1}{2}$ cm.; el diámetro transversal, dirigido del lado anterior de la valva al posterior, abarca una longitud de 6 a 9.5 cm. en individuos adultos, y de 3 mm. en los jóvenes. En la valva inferior Cv tiene profundidad desde 4 mm. en individuos jóvenes

hasta 12 cm. en adultos, y en estos últimos generalmente de 3 a 9 cm. Contiene Cv relleno de caliza, pero debajo del lugar ocupado por el animal se observan láminas muy delgadas de calcita, y entre éstas láminas más gruesas de caliza. Las primeras corresponden a "suelos" abandonados, que se observan en número de uno a varios, por lo que entre Cv y su primera base hay distancia de uno a varios cm., al

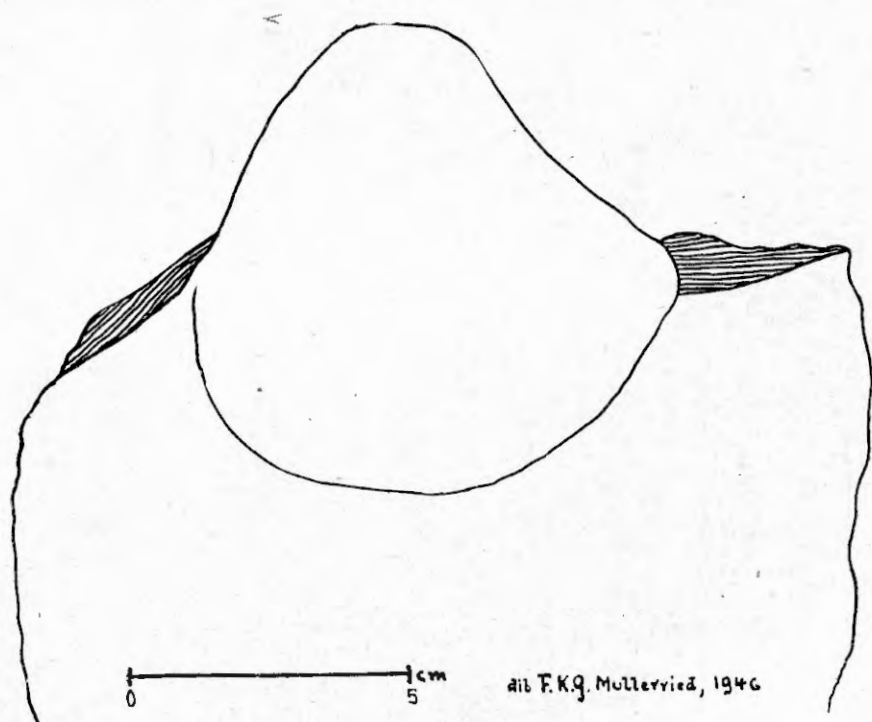


Fig. 51. *Neoradiolites ordoñezi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección vertical de tamaño reducido (en la figura) en laja del edificio Chapultepec, Paseo de la Reforma 503, ciudad de México.

grado de que la profundidad de Cv hasta la concha en la base de la valva tiene, desde la comisura, hasta 24.5 cm. aunque generalmente es de 0.4 a 15 cm.

Individuos aislados y colonias: En 58 individuos enteros se observaron 53 aislados, y solamente en 5 casos existen dos individuos reunidos en forma de colonia.

Determinación: genéricamente, los fósiles descritos arriba son indudablemente del género *Neoradiolites*, establecido en 1937 por Milovanovic por un ejemplar incompleto de paquiodonto encontrado en Yugoslavia. Los fósiles de Peñuela y el ejemplar de Yugoslavia tienen en común la textura de ambas valvas, especialmente la textura típica de la capa externa de la valva superior, lo mismo que la forma de ambas valvas en general, aunque los fósiles de Peñuela quizás carecen de

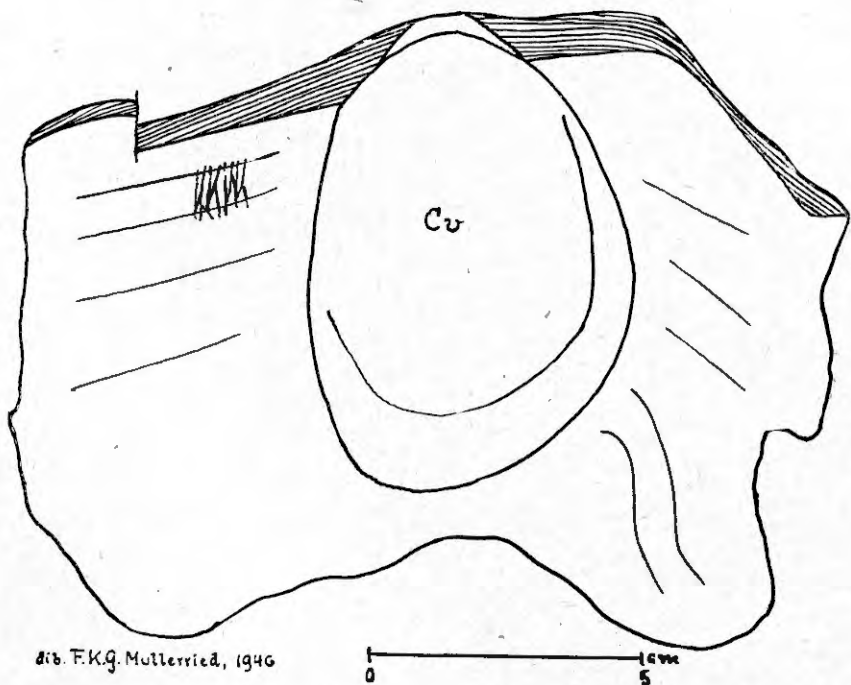


Fig. 52. *Neoradiolites ordoñezi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección vertical de tamaño reducido (en la figura) en laja del edificio Miguel E. Abed, Isabel la Católica 45, ciudad de México.

L, lo que ocurre también en otros géneros de paquiodontos, y puede indicar que la presencia o falta de L no es característica genérica. Los caracteres interiores, reconocidos por Milovanovic en la especie que estableció: *Neoradiolites serbicus*, no los he podido reconocer claramente en el material de Peñuela. Este material da algunos detalles acerca de la textura de la concha en ambas valvas y de la zona sifonal en la valva inferior, que pueden considerarse como adicionales a lo establecido por

Milovanovic, pero que no permiten separar el material de Peñuela del género *Neoradiolites*, establecido por Milovanovic.

Difiere específicamente el material de México del de la especie procedente de Yugoslavia, en que quizás carece de L, en que tiene dimensiones mayores, y en que la valva superior, aunque en forma de cúpula en la parte central, es de superficie algo inclinada hacia el borde de la valva, en individuos adultos.

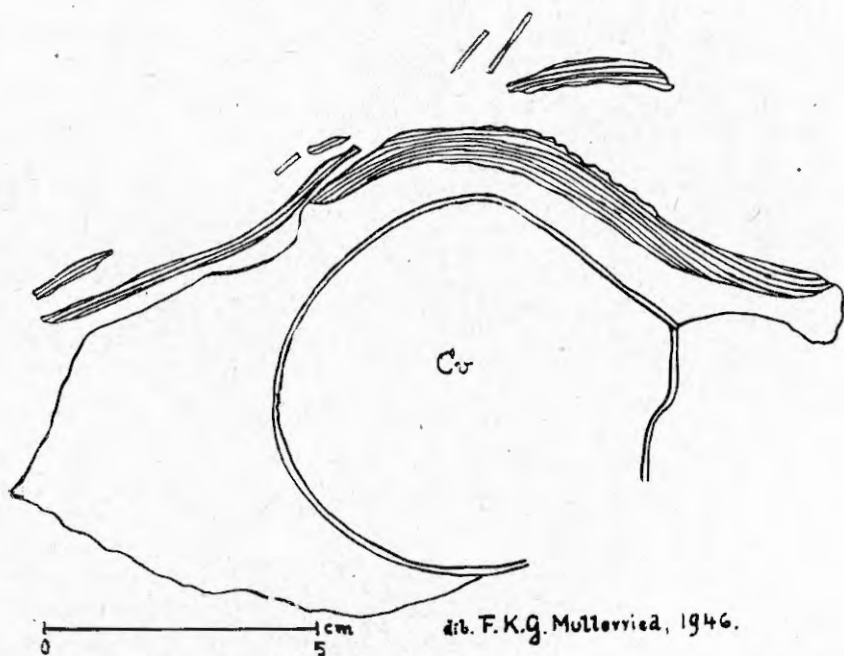


Fig. 53. *Neoradiolites ordoñezi* n. sp., con valva superior en desintegración. Sección vertical de tamaño reducido (en la figura) en laja del edificio H. Steele y Cia., S. A., 2ª Colón 18, ciudad de México.

Por lo consiguiente, el material de Peñuela debe considerarse como especie nueva, para la cual propongo el nombre de *Neoradiolites ordoñezi*, en honor del ingeniero y geólogo mexicano Ezequiel Ordóñez, Vocal geólogo de la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica en México, y cuyo interés por el desarrollo de la geología en México es bien conocido.

Edad geológica de la caliza de Peñuela en la región de Córdoba, Veracruz.

En la descripción anterior de los fósiles de Peñuela, he señalado como su edad geológica el Senoniano medio. Esta afirmación categórica requiere, naturalmente, una comprobación. Pero la anterior descripción y clasificación de los fósiles de la caliza del Cerro de Peñuela, es de suma importancia para fijar la edad geológica de los estratos de

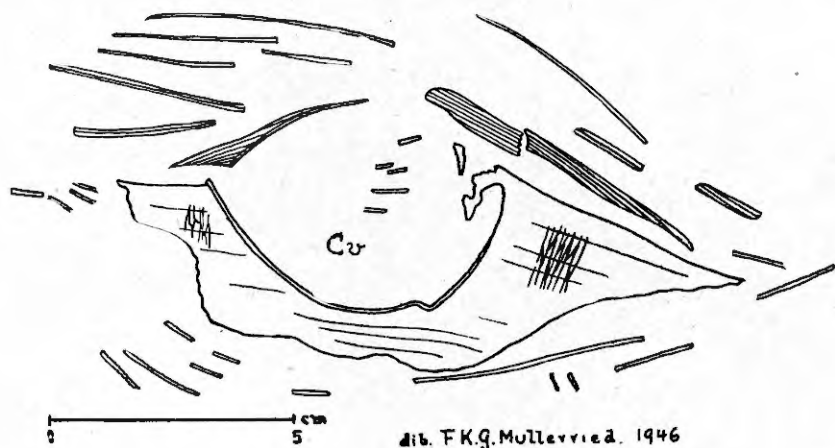


Fig. 54. *Neoradiolites ordoñezi* n. sp., con valva superior en desintegración. Sección vertical de tamaño reducido (en la figura) en laja del edificio Miguel E. Abed, Isabel la Católica 45, ciudad de México.

referencia, puesto que no se observan las capas subyacentes y otras superpuestas a la caliza, debido a que en las inmediaciones de las canteras, hacia el occidente y oriente, solamente hay tierra y ningún afloramiento de caliza o de estratos de otra clase de rocas.

Por consiguiente, la única indicación acerca de la edad geológica de la caliza del Cerro de Peñuela puedan darla los fósiles, y más aún porque calizas similares o idénticas a las de Peñuela no se conocen en otras partes de México, según indican las publicaciones de referencia,^{10, 18, 19} aunque es de admitirse que probablemente se encontrarán en lo futuro las mismas calizas al noroeste y sur de Córdoba, Ver., y tal vez aún más al occidente en diferentes regiones del sur de México. Pero para esto también es de gran interés conocer la edad geológica de los fósiles de la caliza de Peñuela.

Algunos fósiles no son característicos para fijar la edad geológica, porque no ha sido posible determinarlos exactamente, como sucede con las algas calcáreas, los miliólidos y otros microforaminíferos, los espongiarios, los hexacorales, los gasterópodos y los bivalvos, lo mismo que otros sólo genéricamente clasificados, como el género *Nerinea* de los gasterópodos, que existe en capas del Jurásico medio al Cretácico superior.

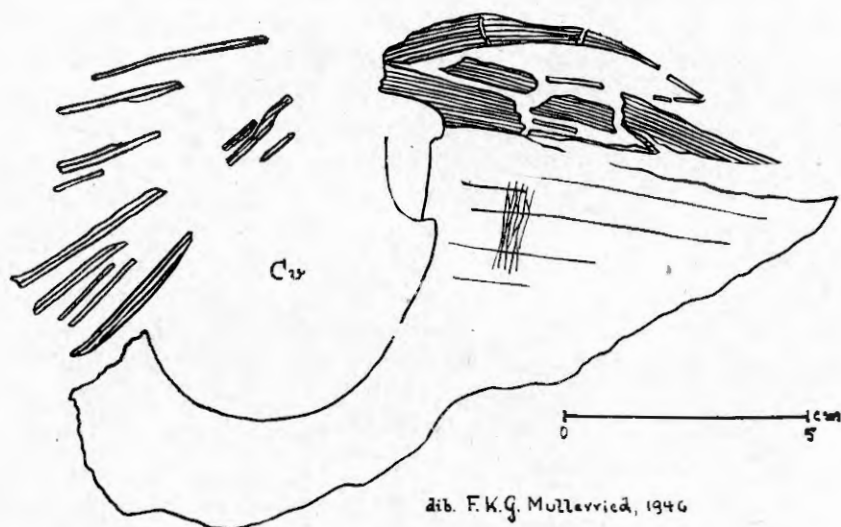


Fig. 55. *Neoradiolites ordoñezi* n. sp., con la valva superior en desintegración. Sección vertical de tamaño reducido (en la figura) en laja del edificio Guardiola, Cinco de Mayo 1, ciudad de México.

De mayor importancia para fijar la edad geológica de la caliza de Peñuela es el macroforaminífero *Orbitoides* o género cercano a éste, y el género *Actaeonella* de los gasterópodos, porque estos dos géneros son conocidos en México con seguridad únicamente arriba, en el Cretácico superior, en capas del Senoniano. De los dos géneros se mencionó ya en este estudio que la *Actaeonella* de Peñuela se parece a especies conocidas en los estratos de Cárdenas, S. L. P., que se atribuyen al Santoniano superior según C. Burckhardt,¹⁰ y al Maestrichtiano según R. W. Imlay.^{18, 19}

Por último, en cuanto a los paquidontos clasificados específicamente, es de advertir desde luego que se trata de especies nuevas, a excepción del *Hippurites (Vaccinites) boehmi* Douvillé pars, cuya edad

geológica es considerada como santoniana y campaniana; pero la parte de que procede la especie citada en este estudio, es del Campaniano inferior según H. Douvillé, lo que, para fijar la edad geológica de la caliza de Peñuela, es sumamente importante. Como las especies nuevas de los cuatro géneros de paquiodontos, *Apricardia*, *Bournonia*, *Durania* y *Neoradiolites* son similares o cercanas a otras especies conocidas en el Senoniano superior, y por lo ya indicado arriba respecto a la edad del *Hippurites* (V.) *boehmi* D. pars, parece aduecuado aceptar para los fósiles de la caliza del Cerro de Peñuela en la región de Córdoba, Ver., la edad geológica del Senoniano medio, puesto que fósiles de otras partes del Senoniano, o sean del Coniaciano y Maestrichtiano, no han sido encontrados en la caliza de referencia, y además en vista de que los fósiles hallados hasta ahora, no pueden ser exclusivamente del Senoniano o Campaniano, aunque la única especie, el *Hippurites* (V) *boehmi* D. pars indique edad geológica del Campaniano superior, por lo que posiblemente existe otra parte de esta especie aún en capas un poco anteriores al Campaniano, o sea arriba en el Santoniano; por todo lo cual, y teniendo en cuenta además que las especies *Apricardia*, *Bournonia*, *Durania* y *Neoradiolites* bien pueden ser de capas algo anteriores al Campaniano, parece indicado aceptar la edad geológica del Senoniano medio para los fósiles y la caliza de Peñuela.

Debe advertirse que los fósiles del Senoniano medio de Peñuela no han sido encontrados en otras partes de México, pero probablemente en lo futuro se hallarán al sur y norte de Córdoba, y aun a mayores distancias, como por ejemplo en el noreste de México, donde algunas formas semejantes a la *Actaeonella* y a la *Coralliochama* aparecen en las capas de Cárdenas, S. L. P., y en el sureste de México, donde fósiles similares se hallan en la parte central de Chiapas.

4. PALEOBIOLOGIA DE LOS FOSILES EN LA CALIZA DEL CERRO DE ESCAMELA CERCA DE ORIZABA, Y EN LA DE PEÑUELA EN LA REGION DE CORDOBA, VER.

El estudio paleobiológico requiere el examen de los fósiles para llegar a conclusiones válidas, pero es indispensable estudiar también la roca que los incluye, porque de ella se obtienen otros datos acerca del medio en que vivían. La síntesis del estudio de la roca y de los fósiles

incluidos llega a formar la paleobiología de determinada región. A continuación la hacemos para la caliza y fósiles de los cerros de Escamela y Peñuela.

a) *Paleobiología de la caliza y fósiles del Cerro de Escamela*

Aunque este estudio haya comenzado en la región de Orizaba, vino a ser, como se indicó en el Prefacio, más bien la investigación de la caliza de Peñuela, por lo que necesariamente esta parte del estudio es más corta que la paleobiología de la región de Córdoba.

En el Cerro de Escamela, en su porción suroeste, aflora caliza cuya sucesión no ha sido aclarada aún, como se explicó en capítulo anterior; pero existen dos series distintas de caliza y de fósiles, a saber: la de la cantera grande en el sur del cerro, y la otra en las cercanías de la cantera pequeña en el oeste del cerro, las que vamos a estudiar ahora por separado.

Paleobiología de la caliza y fósiles incluidos en la cantera grande en el sur del Cerro de Escamela

La caliza de la cantera grande está separada en bancos medianos, a veces gruesos, tiene color gris a gris oscuro, y textura variada, densa a microconglomerática, de distribución irregular, es decir, sin notarse alternación de textura en lo vertical de los bancos. Esto indica que el medio en que vivían los organismos de aquella época, el mar, era de muy poca profundidad, puesto que solamente en tal zona se registra la sedimentación irregular de limo y de pequeños fragmentos de roca, concha, etc., movidos por cierta corriente marina. El grano fino de las partes microconglomeráticas de la caliza, indica que ésta ha sido formada fuera de la zona de las mareas, en aguas poco profundas, designadas generalmente como zona nerítica.

Concuerdando con esta idea, basada en el estudio de la roca, lo indicado por los fósiles incluidos en ella. Son conocidas ya 31 especies, aunque no todas bien establecidas y algunas dudosas, pero todas pertenecientes a cierta variedad de flora, que consistió en algas calcáreas, y sobre todo de fauna, como invertebrados marinos, a saber: foraminíferos, corales, gasterópodos, bivalvos y paquiodontos. Probablemente se hallarán en lo futuro, al examinar detalladamente la caliza de Escamela, repre-

sentantes de otros grupos de fósiles, tales como espongiarios, erizos de mar, vermes y otros invertebrados, y tal vez restos de peces.

De los fósiles encontrados, prevalecen en número y diferenciación los paquiodontos, lo que se nota inmediatamente al estudiar una laja de caliza pulida, en la que aparecen aquí y allá paquiodontos de tamaño mediano, y también, amontonados, individuos de varios géneros.

Estos son reconocibles por cierto color vivo, puesto que las *Toucasias* tienen concha de color gris oscuro a casi negro, y otros paquiodontos son más bien de color gris claro, mientras que la concha de los microforaminíferos es blanca a clara, y la del macroforaminífero *Orbitolina* es de color crema. También los demás fósiles presentan variados colores de concha, en general grises. Llama la atención que faltan conchas de colores pardo o café. Sin embargo de esto, los colores reconocidos son vivos y demuestran, lo mismo que la presencia de numerosos paquiodontos, que los fósiles han vivido en zona tropical o subtropical, puesto que en éstas existen en la actualidad conchas variadas de colores vivos, y porque se encuentran los paquiodontos, en general, en la zona ecuatorial de la tierra.

No puede haberse tratado, al formarse la caliza en la parte sur del cerro de Escamela, de arrecifes, puesto que no se nota aglomeración arrecifal de corales, y contradice esta hipótesis también la estratificación perfecta de la caliza, que es maciza, en tanto que los arrecifes carecen de ella.

La facies descrita de caliza y fósiles incluidos, en caso de resultar de edad mesocretácica, exactamente Albiano medio, se ha reconocido en gran parte de la zona oriental de México, desde Coahuila hasta Chiapas, de modo que probablemente futuras investigaciones podrán contribuir en forma amplia e importante al conocimiento paleobiológico de la caliza de Escamela en el sur del cerro del mismo nombre.

*Caliza y fósiles incluidos en la región de la cantera pequeña
en el oeste del cerro de Escamela*

En el oeste del Cerro de Escamela aflora caliza bien distinta de la que existe en la cantera grande, puesto que allá son capas de caliza oscura, que huele fétidamente al romperla con martillo. La caliza es de textura densa, y contiene escasos fósiles dispersos en la caliza, poco variados, puesto que solamente reconocí un paquiodonto del género *Toucasia* en individuos de tamaño pequeño, y abundantes microforaminí-

feros (miliólidos, etc.) Seguramente esta caliza y los fósiles incluidos son de la misma región marina de la caliza que aflora en el sur del cerro de Escamela, pero se ignora si habrán sido contemporáneos de los anteriores o posteriores a aquella caliza. De ella difiere por su textura uniforme, su contenido de sustancia bituminosa y el número reducido de fósiles poco variados, que indican que la sedimentación y la vida orgánica tuvieron lugar en aguas poco profundas, donde no hubo corriente marina sino cierto estancamiento del agua, y por ende vida orgánica reducida.

Probablemente se encontrarán estas mismas facies en otros lugares de la región de Orizaba, y aun en varias zonas del oriente de México, pero precisa hacer más exploraciones, único medio para reconocer las facies y su paleobiología.

b) *Paleobiología de la caliza y fósiles del Cerro de Peñuela*

Se estudió igualmente la paleobiología de la caliza y fósiles de Peñuela, pero con mayores datos que en el caso del Cerro de Escamela, puesto que por las investigaciones que hice en el campo y el estudio detallado de la caliza con los fósiles incluidos, procedente de marmolerías, y en lajas de ornamentación de varios edificios de la ciudad de México, se conoce lo suficiente acerca de la caliza y sucesión de sus bancos, de los fósiles, de su variación y distribución, para llegar a las conclusiones paleobiológicas que se exponen en seguida.

A) *La roca caliza de Peñuela*

La roca de Peñuela es caliza, como ya se indicó en capítulo anterior. No se hizo el examen del contenido de carbonato de magnesia, pero debe ser insignificante porque en HCl no queda casi nada de la caliza. El resto insoluble puede ser arcilloso y arenoso (cuarzo). De esto resulta que la roca que incluye los fósiles de Peñuela, es esencialmente caliza, con insignificante resto, tal vez de arcilla, arena de cuarzo y carbonato de magnesia.

En la actualidad esta roca caliza es esencialmente primaria, tal como fué depositada en pasados tiempos geológicos. Efectivamente, se nota poco material secundario, únicamente calcita cristalina de color blanco y cristales de calcita completamente transparentes y sin color, en pequeñas cavidades de la roca; pero este mineral secundario no tiene impor-

tancia en la paleobiología, pues no tiene nada que ver con la formación de la caliza. Esta es, en consecuencia, esencialmente primaria, y muy a propósito, por eso, para el estudio que nos ocupa.

Tampoco tiene importancia que la caliza presente en la superficie y en el subsuelo, cerca de ésta, color blanquecino, puesto que es fenómeno secundario debido a los agentes de la denudación. Así es que más abajo de las partes superficiales, la caliza no está desintegrada, es "fresca" y tiene color primario, esencialmente gris claro o crema.

Pero hay que mencionar cierto material mezclado con la caliza, la sustancia bituminosa, que es primaria aunque en parte distribuida y acumulada secundariamente en la roca caliza. La sustancia bituminosa de la caliza de Peñuela ha sido mencionada por primera vez por E. Díaz Lozano¹¹ en 1929. La roca caliza en parte huele fétidamente, lo que se debe a sustancia bituminosa, según mis observaciones. Además, he podido averiguar que esta sustancia está presente en la caliza de la cantera grande, en el sur del Cerro de Peñuela, en dos zonas paralelas a la estratificación de la caliza. Una zona está como a la mitad de la altura de la cantera, cerca de 30 metros arriba de su base, y la otra zona se encuentra algunos metros arriba de la primera. Cada zona se estrecha poco en lo vertical, como uno a dos metros, y no se conoce su extensión lateral, puesto que hacia el occidente la caliza ha sido "comida" por la denudación, y hacia el oriente desaparece en el subsuelo debido a la inclinación de sus bancos.

En cada una de las dos zonas la sustancia bituminosa es negra o de color oscuro; en parte es líquida aunque espesa, escurre de pequeñas cavidades y mancha la roca al quebrarla, y en parte sólida a casi sólida en la roca. Es petróleo pesado o chapopote, dados su color y su consistencia, que varía desde sólido hasta líquido, y tiene olor penetrante y característico a chapopote. Se encuentra esta sustancia en cada una de las dos zonas en cavidades pequeñas, tapizadas por cristales de calcita, y correspondientes al interior de fósiles animales. Se encuentra también en las células pequeñas de la capa externa de fósiles animales, y en grietas angostas de la roca caliza. El chapopote parece primario en los fósiles animales, pero secundario en las células de la concha de fósiles y en las pequeñas grietas de la roca, a donde se infiltró desde el interior de los fósiles.

Aunque encontrándose el chapopote en las dos zonas señaladas, de extensión muy reducida en comparación con la de la caliza, es de advertirse que ésta es también bituminosa en todas sus partes, aunque contenga muy poca sustancia bituminosa, tan poca que es fétida.

De igual importancia que la composición primaria de la caliza es su textura, que es densa o microoolítica casi en toda su extensión, raras veces conglomerática o brechoide. Estas dos últimas texturas se notan únicamente en partes reducidas de la caliza, donde ésta no es densa o microoolítica. Aun en el mismo banco o en la misma capa se nota generalmente cierta alternación, en lo vertical, de partes de caliza densa y de otras de roca microoolítica, a tal grado que alterna una lámina de caliza densa con otra de textura microoolítica, aunque probablemente en partes de la sección total de la caliza de Peñuela. Es de mencionarse que en caliza de esta última textura se encuentran partes microconglomeráticas o aglomerados de fragmentos redondeados. Las láminas de diferente textura no tienen el mismo grosor, puesto que éste varía de unos 5 hasta 30 centímetros.

Las láminas que acabo de describir son paralelas a la estratificación de la roca caliza, y no se nota inclinación en ellas, lo que indica su formación en suelo plano, horizontal, del mar.

La roca caliza, como ya se indicó en capítulo anterior, está separada en bancos gruesos o medianos y capas, y los bancos pueden estar subdivididos en dos o tres bancos delgados o capas, por planos de menor extensión que los de la estratificación y menos visibles. Este último fenómeno no se puede estudiar bien, dado que se observa solamente en unos cuantos lugares de poca extensión. De mayor interés es el hecho de que la estratificación es perfecta y casi uniforme en toda la extensión de la caliza, pues sólo uno que otro banco se adelgaza de pronto lateralmente y termina. Este último fenómeno puede indicar que cuando se formó este banco no hubo sedimentación en la vecindad, y que de los dos bancos superpuestos no se formó el superior después del inferior, sino después de cierto tiempo en que se formó en la vecindad otro banco. El fenómeno aludido no se presta para más investigaciones, dado que la extensión total de afloramiento de caliza es sólo de medio kilómetro, lo cual no permite averiguar la extensión de los bancos que terminan hacia un lado.

Es digno de mención que, no obstante estar algo inclinados los bancos, la causa de esta inclinación, algún suceso orogénico, no produjo más que pocas fallitas de algunos milímetros de alto, y algunas diaclasas, de modo que la caliza de Peñuela se presta muy bien para los fines de este estudio.

Se nota en la roca caliza otro fenómeno que hay que mencionar, la formación de los llamados estilolitos, paralelos a la estratificación, y debidos a algún acontecimiento así como al peso de la masa de roca

superpuesta, pero estos estilolitos influyen solamente unos milímetros de altura en la roca caliza, y están a distancia de uno a varios metros unos de otros, de modo que no estorban el examen de la caliza; además fué este un fenómeno secundario, que ocurrió después de haberse depositado el limo de la caliza, pero antes de solidificarse el limo, puesto que los estilolitos no atraviesan la concha de los fósiles, como lo he podido observar en todos los estilolitos de las canteras de Peñuela, así como también en lajas pulidas.

De la anterior descripción de la roca caliza de Peñuela resulta que ésta es esencialmente primaria, por lo que bien se puede llegar a conclusiones acerca del medio en que vivían los fósiles, según lo que nos indica la roca que los incluye.

La caliza es casi pura y solamente tiene insignificante cantidad de arcilla, arena, carbonato de magnesia (tal vez), pero poca a bastante sustancia bituminosa; el color primario de la roca es casi uniformemente gris claro a crema; su textura primaria es esencialmente densa a microoolítica, raras veces conglomerática o brechoide, pero hay cierta alternación de capas o láminas de textura densa y otras microoolíticas, lo que se observó en partes de la serie de bancos de caliza en Peñuela; la estratificación es perfecta, dividiéndose la roca en bancos y capas, que raras veces adelgazan lateralmente y terminan.

Por todo lo anterior es de concluir que la caliza indica la formación de limo calcáreo, casi sin otro material, con excepción de partes saturadas de sustancia bituminosa, y de color uniforme. Pero la alternación de capas o láminas de determinada textura, densa, microoolítica, indica cierto cambio en la sedimentación, aunque sea cambio algo repetido, pero no rítmico y exacto en su repetición. Tal sedimentación indica claramente que tuvo lugar en mar de poca profundidad y a donde no llegaban fuertes corrientes fluviales o marinas. Como la región de Peñuela está situada actualmente en los Trópicos, podemos aceptar que esto ha sido lo mismo en tiempos de la formación de la caliza, y que ésta se formó a alguna distancia de la costa, región donde se nota la corriente de agua que desemboca al mar por los ríos, pero en aguas poco profundas, lo que está indicado por el limo calcáreo, como se sabe por la comparación con las zonas marinas actuales. Además, esta sedimentación tuvo lugar por Peñuela en aguas quietas, tal vez entre arrecifes, porque no se nota en la caliza indicio alguno de aguas en movimiento que hubieran traído material de limo y roca de grano muy variado. La sedimentación ha sido uniforme, por lo que no se ha formado en arrecifes cuyo material presenta textura variada. Pero en Peñuela existe alternación de limo calcáreo de

diferente textura, por lo menos en parte de la serie de caliza, fenómeno difícilmente explicable, y que indica que hubo cambio y repetición de la formación de limo calcáreo, lo que se refleja en el cambio y repetición de láminas y capas de diferente textura.

Parece importante el hecho de que la serie de bancos y capas de caliza en Peñuela no demuestra interrupción alguna, lo que indica claramente que la sedimentación en aquella región fué continua, y que siempre fué depositado el mismo limo calcáreo.

Repetimos, pues, que la roca caliza de Peñuela fué depositada en los trópicos, en mar de poca profundidad, como de 150 a 250 metros, a distancia de la costa y donde no hubo desembocadura de ríos fuertes, sino en zona de aguas quietas, tal vez entre arrecifes, y donde no hubo corrientes marinas de alguna intensidad.

B) *Los fósiles de Peñuela*

Por lo anterior hemos conocido el medio en que se formó la caliza de Peñuela; hay que discutir ahora problemas relacionados con los fósiles incluidos, problemas paleobiológicos.

Contiene algunos a muchos fósiles, de tamaño macroscópico unos y otros microscópicos, animales principalmente, pero solamente invertebrados, y pocos vegetales primitivos, todos marinos, y que enumeramos en seguida según los grupos a que pertenecen:

Contenido de fósiles en la caliza de Peñuela

Plantae. Algas calcáreas de dos géneros distintos, pero no bien establecidos.

Invertebrata. Han sido reconocidos bastantes invertebrados de tres phylums, a saber: Protozoa, Coelenterata y Mollusca.

Protozoa. Foraminifera. Abundan los microforaminíferos de la familia Miliolidae, y otros distintos, pero existen pocos macroforaminíferos del género *Orbitoides* o de otro cercano.

Coelenterata. Los espongiarios (Spongiae), probablemente presentes en numerosas espículas, no han sido determinados. Pero existen pequeñas colonias (bolas) de hexacorales, no bien clasificados.

Mollusca. Se conocen pocos representantes de los gasterópodos, y gran número de bivalvos, especialmente paquiodontos.

Gastropoda. Hay pocos individuos de, por lo menos, tres géneros, a saber *Nerinea*, *Actaeonella*, y otro género no bien establecido.

Bivalvia. Se encontraron solamente pocos individuos, incompletos, de dos géneros no bien establecidos, y además gran número de paquiodontos, por lo menos de tres familias distintas, a saber:

Familia *Diceratidae*. Está presente en numerosos ejemplares una sola especie del género *Apricardia*, *A. mongesi* n. sp.

Familia *Caprinidae*. Presentes pocos ejemplares incompletos y por esto no bien clasificados de, por lo menos, tres géneros distintos, *Schioisia?* *Coralliochama?* y *Plagiptychus?*

Familia *Rudistae*. Esta familia está representada por sus dos subfamilias.

Subfam. *Hippuritidae*. Se encontraron pocos ejemplares del género *Hippurites*, pertenecientes a una sola especie, el *Hippurites (Vaccinites) boehmi* Douvillé pars.

Subfam. *Radiolitidae*. Existen pocos ejemplares, probablemente de los géneros *Radiolites* y *Sauvagesia*, y gran número de individuos de tres géneros distintos, a saber: *Bournonia*, una sola especie, *B. carrilloi* n. sp.; *Durania*, una sola especie, *D. mexicana* n. sp., y *Neoradiolites*, una sola especie. *N. ordoñezi*, n. sp.

De esta lista es obvio que existían al formarse la caliza de Peñuela muchos organismos, sobre todo paquiodontos y foraminíferos, todos variados, que fueron acompañados por espongiarios, corales, gasterópodos y algas calcáreas, todos de poca variedad. Quizás en futuras investigaciones se encontrarán otros fósiles, tales como briozoarios, vermes, equinodermos, bivalvos perforadores, etc., puesto que éstos no faltan en zonas marinas correspondientes a las de la caliza de Peñuela.

Desde luego hay que señalar que los fósiles encontrados hasta ahora en la caliza, no presentan variedad específica, porque todos los géneros bien establecidos están representados por una sola especie, cosa que no ocurre en otros terrenos fosilíferos, sino sólo en localidades donde los fósiles se encuentran escasamente y por exploración.

Pero la variación de la fauna y la flora fósiles de Peñuela, tal como es conocida actualmente, demuestra lo mismo que la roca caliza, es decir, que los organismos vivían en mar de poca profundidad en región tropi-

cal, puesto que en tiempos recientes tal diversidad de organismos, en parte numerosos, se encuentra solamente en la zona nerítica de los mares tropicales.

Proporción entre animales y vegetales, y preponderancia de los paquiodontos y foraminíferos

A este respecto hay que señalar que los fósiles de Peñuela son animales, y muy pocos vegetales. De los primeros hay que citar sobre todo los paquiodontos y foraminíferos, siendo los primeros característicos del Cretácico en mares tropicales, pero en región nerítica, como lo señalan los fósiles acompañantes, tales como celenterados, gasterópodos y algas calcáreas, además de algunos foraminíferos, por ejemplo los miliólidos.

Lo que llama la atención, es la preponderancia de ciertos macrofósiles, a saber los paquiodontos, y de los microfósiles, los miliólidos, pues estos dos grupos son más variados entre los fósiles que todos los demás encontrados en Peñuela. Esto se explica de la misma manera que hoy día, cuando se nota diversidad de algunos grupos de organismos y su gran variedad, como por ejemplo los bivalvos y gasterópodos. Podemos imaginarnos que en tiempos del Cretácico, cuando los fósiles eran otros o muy diferentes de los organismos actuales, existían fósiles de géneros y aún familias distintas de los organismos recientes.

Fauna y flora. Fósiles poco numerosos

Otro fenómeno consiste evidentemente en el gran número de fósiles de la caliza de Peñuela, que se aprecia inmediatamente al contemplar con lente los muchos ejemplares de los microforaminíferos en el limo caliza, y también el contenido de macrofósiles, sobre todo paquiodontos, que en conjunto pueden llegar a un volumen mayor que el de la caliza. Esto se nota solamente en partes de la caliza, la de textura conglomerática, en la cual aumentó el número de fósiles por los muchos fragmentos de conchas, algo redondeadas, que fueron arrastrados localmente por corrientes marinas y depositados en el limo junto con los organismos que allí vivían y morían. Estos fósiles, cuando no fueron arrastrados los citados fragmentos de conchas, no exceden en volumen a la tercera parte del material de caliza, y llegan a esta proporción solamente en partes de la roca caliza. Entonces, en general, los fósiles existían por Peñuela

en número bastante reducido, en menor proporción que el limo calcáreo depositado, y éste probablemente impedía la existencia de mayor número de organismos que son conocidos en otras partes de los mares, lo mismo que la falta de corriente marina que hubiera podido traer organismos y partes desintegradas de ellos al lugar donde vivían los fósiles de Peñuela.

En comparación con otras localidades de México donde hay capas del Senoniano con fósiles incluidos, parecen bastante reducidas la fauna y flora fósiles de Peñuela, puesto que pocos fósiles aparecen variados y en gran número de ejemplares. Es de advertirse a este respecto, que se conocen otras faunas fósiles, sobre todo de la región de Cárdenas, S. L. P. (véase Bol. 24, del Inst. de Geología), y del centro de Chiapas (véase F. K. Müllerried, Bol. Soc. Geol. Mex., 1936), donde también prevalecen los paquiodontos y en partes los foraminíferos, por lo que presentan cierta semejanza faunística con Peñuela. Probablemente al conocer mejor los fósiles en distintas partes de México, se podrá establecer una comparación más adecuada de lo que es posible en la actualidad respecto a la fauna y flora fósiles en el Senoniano medio de Peñuela.

Pero aun así, es evidente que las condiciones naturales no han sido uniformes en toda la extensión de la caliza, puesto que se nota frecuentemente que determinados fósiles se encuentran amontonados en ciertas capas o láminas, lo que indica claramente que no se trata de un arrecife ni de varios, cuyas características son, como está indicado claramente por los arrecifes recientes, la distribución sin regla de los organismos y su *amontonamiento*, mientras que en Peñuela se reconoce en la caliza cierto sistema en la distribución de los fósiles en cada lámina o capa de los bancos, indicación clara a la vez de que los organismos existían en número bastante reducido, al grado de que probablemente no se estorbaban en el subsuelo del mar.

En Peñuela no se observa la aglomeración de los fósiles, puesto que tanto los corales como los paquiodontos se encuentran diseminados, generalmente, en la roca. Es de advertirse que algunos paquiodontos forman pequeñas colonias, hasta de medio metro de largo, de poca altura, como de 15 a 30 cm., y de 2 a 3 individuos.

Tamaño relativo de los fósiles

Los fósiles reconocidos en la caliza de Peñuela son de tamaño microscópico a mediano, puesto que junto con los microfósiles hay muchos

otros de tamaño macroscópico que en su máximo llegan hasta un diámetro o una altura de 30 a 35 cm.

En comparación con las faunas y floras fósiles de otras partes de México, donde existen amonites supracretácicos hasta de más de 2 metros de diámetro, como en el noreste de Coahuila, o donde hay *Nerineas* de más de un metro de longitud, como en capas del Cretácico inferior al sureste de Tehuacán, Pue., y con los paquiodontos de 2 metros de longitud que existen en los estratos del Cretácico superior en el Estado de Chiapas, resultan de tamaño reducido los fósiles de Peñuela, Ver.

Pero más bien hay que hacer comparación con fósiles de igual facies y edad geológica similar, porque solamente de esta manera se puede llegar a evaluar bien el tamaño relativo de los fósiles. Así es que hay que comparar la fauna y flora fósiles de Peñuela con las de capas del Senoniano, sobre todo de facies de paquiodontos y de otros invertebrados marinos hallados en partes del oriente y sureste de México, como por ejemplo los paquiodontos de la región al oeste de Tampico, o de Cárdenas, S. L. P., donde los fósiles no exceden en tamaño a los fósiles de Peñuela, y los paquiodontos de Chiapas, en parte citados arriba como gigantescos, pero que en su mayoría no sobrepasan el tamaño medio que presentan la fauna y flora fósiles de Peñuela.

De lo anterior resulta que estos últimos fósiles son, por el tamaño, más bien comparables a los conocidos al norte de Peñuela, en las localidades arriba citadas, que a los fósiles, en parte gigantescos, reconocidos en el sureste del país.

Sin embargo de esto, futuras investigaciones aportarán mayor conocimiento al problema aludido, y al otro problema, de si puede ser separada la región de Chiapas, rigurosamente, de regiones extensas más al norte, donde, como en la caliza de Peñuela, existen paquiodontos de tamaño mediano.

Paleoetología de los fósiles sésiles, adheridos y flotantes de Peñuela

Los fósiles de Peñuela no han revelado la existencia de organismos flotantes en el Senoniano medio, pero deben haber existido, puesto que son conocidos aún en partes de México. Quizás en lo futuro se hallarán tales fósiles por Peñuela, pero más bien excepcionalmente, puesto que allí parece facies especial, caracterizada por organismos sésiles, y poco adheridos a la concha de los paquiodontos.

Existían bastantes fósiles de movimiento considerable, como los foraminíferos. Pero otros muchos fósiles de Peñuela son sésiles, como las algas calcáreas, los celenterados y paquiodontos, mientras que de organismos con movimiento reducido, hay que citar los gasterópodos y bivalvos, que más bien existen en escaso número.

Prevalecen, entre los fósiles sésiles, los paquiodontos, como las Apricardias, que son de tamaño reducido, y otros de tamaño mayor, como los *Hippurites* y radiolítidos. Pero estos paquiodontos sólo excepcionalmente estaban adheridos a la concha de otros paquiodontos de tamaño mediano, las Duranias, los *Neoradiolites* y los *Hippurites*, debido a su peso bastante considerable. Faltaba la roca a que pudieran adherirse con la terminación inferior o con alguna parte del lado externo de la valva inferior, lo que únicamente ocurre en pocos paquiodontos, pues generalmente están adheridos a valvas inferiores o superiores de otros paquiodontos, como se dijo en otro capítulo. En este problema interviene también la distancia que guardan los paquiodontos entre sí, con excepción de las Apricardias, que aparecen en "nidos" y presentan algunas colonias, aunque de pocos individuos, como se explicó en otra parte de este estudio.

De lo anterior resulta que en la caliza de Peñuela, donde abundan, entre los macrofósiles, los paquiodontos, éstos estaban puestos sobre el subsuelo del mar, pero no adheridos, porque el subsuelo era de limo calcáreo, sustancia blanda, y no de roca compacta.

Los fósiles en parte son enteros, y en parte incompletos o fragmentarios.

Los fósiles enteros son sobre todo los de tamaño microscópico, todos los foraminíferos, y de los macrofósiles los paquiodontos y corales. Estos últimos están frecuentemente en posición horizontal, sobre todo, de los paquiodontos, el *Neoradiolites*, porque es fósil más ancho que alto y quedó incluido en la caliza en su posición original.

Los fósiles incompletos son macrofósiles, principalmente los grandes foraminíferos, *Orbitoides* o género cercano a éste, ciertos paquiodontos, por ejemplo y sobre todo las valvas superiores del *Neoradiolites*, y de los gasterópodos el género *Nerinea*.

Respecto a otros fósiles no fué posible decidir si son completos o fragmentarios, como algunos foraminíferos pequeños, algas calcáreas, puesto que no se han observado bastantes secciones en las caras de la piedra; también los espongiarios y otros microfósiles, algunos bivalvos, pocos, que son indeterminables aun genéricamente, los caprinidos, los

Radiolites y *Sauvagesia*, y ciertos gasterópodos, como las *Actaeonellas* y *Murex*.

Demuestra esto que existen fósiles bien desarrollados, pues se han reconocido no solamente individuos adultos sino también otros muy jóvenes, como por ejemplo *Neoradiolites*, *Durania*, *Bournonia*, *Hippurites*, *Apricardia* y corales. Los demás fósiles no se prestan para ser bien reconocidos, como por ejemplo los microforaminíferos, por su tamaño reducido, y otros por los pocos ejemplares encontrados, como las algas calcáreas y el macroforaminífero.

Individuos completos y fósiles fragmentarios

¿Y cuáles son las causas de lo incompleto de los fósiles, que se observan al lado de individuos perfectos y completos?

1. Se observan fósiles "comidos" superficialmente, lo que se advierte porque falta la capa de cubierta y la parte superficial de la capa externa, como sucede por ejemplo en *Neoradiolites*, *Apricardia*, etc. Otros fósiles no se prestan para este reconocimiento, por lo que solamente pude mencionar los citados arriba.

2. Los fósiles que tenían valvas delicadas, como, sobre todo, el género *Neoradiolites* respecto a su valva superior. Esta es frecuentemente incompleta, y se encuentra principalmente en láminas que son las que componen la capa externa de la valva superior. Estas láminas paralelas se abren fácilmente a lo largo de los planos interlaminares, y parecen cortadas en sus extremos porque cada lámina presenta estructura fibrosa, perpendicular o casi perpendicular a la superficie.

3. Existen fósiles con pequeñas cavidades en su concha, que aparecen como perforados en las secciones, como por ejemplo en la porción externa de la concha del *Neoradiolites*, *Apricardia*, mientras que no las observé en otros macrofósiles, como *Durania*, *Bournonia* e *Hippurites*, que aparentemente tienen concha de capa externa más sólida. Estas pequeñas cavidades contienen relleno de limo calcáreo. En otros casos, por ejemplo en las células de tamaño macroscópico de los caprínidos, se nota ya relleno del mismo material, y en alguna ocasión contiene un microforaminífero (miliólido), lo cual da la idea de que estas cavidades pequeñas tienen orificio de tamaño casi macroscópico.

4. Existen fragmentos de paquiodontos y bivalvos, siempre de microfósiles, que, por ser redondeados, han sido transportados probablemente por corriente marina y fragmentados tal vez en la zona de las mareas, traídos desde cierta distancia y depositados junto con los fósiles autóctonos en el limo calcáreo de la región.

Posición original o secundaria de los fósiles

Hay que indicar que se observan fósiles en su posición original. Bastantes fósiles no se prestan para tal observación, por ejemplo, los microfósiles, por su tamaño reducido, otros porque se encontraron fragmentarios, como por ejemplo el macroforaminífero, los gasterópodos, y otros cuya posición original no se puede fijar porque han perdido su forma primitiva, por ejemplo los corales, que tienen forma de bola irregular.

En posición original están ciertos microfósiles, estudiados en bastantes secciones verticales en las lajas pulidas, por ejemplo y principalmente el *Neoradiolites*. Muchos ejemplares —como 100— se encuentran orientados en las lajas, formando zonas paralelas a la estratificación y con el diámetro mayor del individuo más o menos horizontal. Otros ejemplares de *Neoradiolites* sí son algo inclinados y aun volteados, lo que se debe en algunos casos, tal vez, a un accidente submarino, pero en otros casos se debe la inclinación a que se trata de individuos adheridos de manera inclinada o volteada a otros ejemplares más grandes. La inclinación o *volteadura* puede ser secundaria, por haber sido removida la base, el sedimento, por la corriente o por algún accidente submarino. También hay que pensar en la pérdida del equilibrio después de la muerte del animal a causa de su desintegración. Y, por último, es probable que algunos individuos del *Neoradiolites* al crecer se hayan hundido bastante en el limo calcáreo, lo que no siempre debe haber sido en dirección vertical, porque el limo no es exactamente lo mismo en todas las direcciones.

Colores de la concha de los fósiles

Otra razón por la que se puede aceptar que los fósiles se encuentran primarios en la caliza, tal como estaban cuando vivían en el fondo del mar, es el hecho de que bien y fácilmente se puede reconocer el color original de la concha de muchos de ellos, si no de todos. Los colores observados son principalmente blanco, gris y pardo (café), colores

vivos que corresponden en los mares actuales a las zonas tropicales y de poca profundidad, en la porción nerítica. Esto, respecto a los paquiodontos en especial, ha sido afirmado y comprobado por mi colega alemán el doctor F. Klinghardt, profesor de paleontología de la Universidad de Berlín, Alemania (véase F. Klinghardt, *Die Rudisten*. Cuatro tomos, 1921-26). También en Peñuela los paquiodontos, así como todos los demás fósiles, presentan sus colores originales, vivos, diversos.

Según mis investigaciones, tienen concha de color blanco los microforaminíferos, tanto los de miliólidos como los demás géneros, y el macrofósil *Hippurites* (*Vaccinites*) *boehmi* Douvillé pars. Conchas o material de color crema tienen el macroforaminífero *Orbitoides* (o género cercano) y las algas calcáreas. Las valvas de la *Apricardia mongesi* son de color café grisáceo, en tonos claros a oscuros. La *Durania mexicana* n. sp. tiene concha de diferentes colores en ambas valvas, cuya capa externa es casi siempre de color blanco a claro, pero existen láminas intercaladas, en posición paralela a la laminación de la capa externa, que es casi horizontal, de color pardo. Estas láminas generalmente adelgazan desde el interior de la concha hacia el lado exterior de las valvas. La *Bournonia carrilloi* tiene concha casi uniformemente de color gris pardusco oscuro. La concha de *Neoradiolites ordoñezi* es de dos colores distintos: la valva superior tiene capa externa de color café claro a oscuro, o gris pardusco, mientras que la valva inferior es de color gris claro a claro, en partes con intercalación de láminas de color pardo ligero, que adelgazan hacia el borde externo de la concha y son paralelas a los septos de la capa externa, y más o menos horizontales.

Estos colores distintos y vivos se aprecian sobre todo en las secciones de los fósiles en las lajas pulidas de la caliza.

Sustancia bituminosa en fósiles de Peñuela y su origen

Al disertar sobre la roca caliza de Peñuela, me refería a la sustancia bituminosa mezclada en la caliza y a la acumulación de chapopote (petróleo pesado) en dos zonas de la serie de calizas, en grietas y en pequeñas cavidades que corresponden al interior de fósiles.

Estos últimos se encuentran en las dos zonas señaladas de la caliza, y son paquiodontos de los géneros *Durania* y *Apricardia* y gasterópodos del género *Nerinea*, según las observaciones que practiqué en la caliza de Peñuela, especialmente en la cantera grande, donde se encuentran bien expuestas las dos zonas de chapopote. Este seguramente se relaciona con

la serie de caliza, puesto que no se puede admitir que provenga de más abajo, porque no se encontraron conductos en forma de grietas, diaclasas o canales en la roca caliza. En estas circunstancias, el chapopote únicamente puede provenir de la roca caliza o de los fósiles incluidos, o bien de algún contenido orgánico diseminado en la caliza en las dos zonas del chapopote o en la vecindad de ellas.

La primera posibilidad hay que abandonarla desde luego, porque el limo calcáreo, como sustancia mineral, no contiene nada bituminoso; pero es de admitir que el limo calcáreo bien puede haber contenido alguna sustancia orgánica proveniente de la desintegración de animales o vegetales marinos, lo que se sabe perfectamente respecto de los mares actuales por investigaciones oceanográficas. Aun admitiendo que la sustancia orgánica quedó convertida en material bituminoso en el limo y en la caliza, ¿cómo puede haberse acumulado este material, finamente distribuido en la roca, en grietitas de la caliza y en pequeñas cavidades, cuando este paso por la roca es imposible, puesto que es sólida? Únicamente podría pasar a una grietita o pequeña cavidad la sustancia bituminosa por sus paredes y en cantidad insignificante. Pero en Peñuela se trata de bastante cantidad de petróleo, a tal grado que algunos metros cúbicos de la caliza pueden contener, en las dos zonas y según mi cálculo, como medio litro de chapopote. Por lo tanto hay que descartar la idea de que el chapopote provenga de la sustancia orgánica originalmente contenida en el limo calcáreo que dió origen a la formación de la caliza.

Como originadores del chapopote quedan entonces únicamente los fósiles, en cuyo interior se halla la acumulación mayor del petróleo pesado. Este se encuentra en la cavidad de los fósiles que corresponde al lugar que ha sido ocupado por el animal. Los fósiles de referencia son, según mis observaciones, paquiodontos de los géneros *Durania* y *Apricardia*, y gasterópodos del género *Nerinea*. Probablemente existen otros fósiles que contienen chapopote, como otros paquiodontos, gasterópodos y fósiles de otros grupos de animales, pues es imposible que tal chapopote se limite a algunos pocos géneros.

Como la presencia del chapopote en el interior de los fósiles puede explicarse únicamente como producto de la desintegración de la sustancia orgánica, y como la restricción a determinados géneros es inverosímil, debe insistirse en que el petróleo proviene de diferentes grupos de organismos. Estos, en el caso de Peñuela, son seguramente paquiodontos y gasterópodos, y probablemente otros bivalvos, tal vez foraminíferos, etc., mientras que los vegetales quedan excluidos, puesto que la caliza contiene insignificantes restos de ellos.

En la caliza de Peñuela el petróleo pesado está, pues, en la cavidad que corresponde al animal de fósiles únicamente de tamaño macroscópico, a saber: moluscos de las clases de los bivalvos (paquiodontos) y gasterópodos, y probablemente de otros grupos, lo que habrá que confirmar en futuras investigaciones.

Muy importante me parece que el lugar ocupado antes por el animal, y ahora por el petróleo, no contiene limo calcáreo, mientras que muchos macrofósiles de Peñuela están llenos de caliza, como se explicó ya en este capítulo al indicar que el relleno únicamente puede haberse formado al abrirse las valvas, pudiendo así entrar el agua de mar con el limo. Ahora bien, al cerrarse las valvas de los paquiodontos, por ejemplo, tal vez a causa de una sedimentación rápida o catastrófica, no pudo entrar el limo al interior de los fósiles, y la desintegración del animal, probablemente por condiciones especiales, tales como no poder entrar el agua del mar, etc., dió origen a la formación del chapopote.

Este proceso en la región de Peñuela ha sido limitado a dos zonas de extensión muy reducida, que corresponden a capas llenas de fósiles paralelas a la estratificación, mientras que en grandes extensiones la caliza de Peñuela, aunque conteniendo gran número de macrofósiles, no presenta ningunas señas de chapopote, pues tienen aquéllos relleno de limo calcáreo o caliza.

Pero la caliza, aun a distancia de las dos zonas petrolíferas, es fétida, es decir, contiene cierta sustancia bituminosa finamente distribuída en la roca. Este hecho puede explicarse fácilmente si se fija la atención en el gran número de macrofósiles con caliza en el interior, que entró con el agua de mar al estar algo abiertas las dos valvas, como ya se explicó. Esto facilitó la salida de la sustancia orgánica a causa de la desintegración del animal, en forma de gases y líquidos, que se distribuyeron en el limo calcáreo el cual quedó penetrado y resultó, al solidificarse, la caliza fétida.

Pero después de la formación de ésta, tuvo lugar cierta orogenia y además hubo disolución subterránea de la caliza, lo cual explica cierta migración del petróleo que se observa, y su presencia en las células de la concha de los macrofósiles y en grietitas y diaclasas de la roca caliza. Por una parte causó la orogenia el agrietamiento de la caliza, y por otra parte cierta disolución subterránea por el agua, resultó en lo mismo, es decir, los dos fenómenos geológicos causaron la apertura de los interiores de los macrofósiles y la salida del petróleo pesado (chapopote), y su paso a las células de la concha, por ejemplo de la *Durania*, y a las grietitas y diaclasas. Así se explica que el relleno de éstas sea menor que el del in-

terior de los macrofósiles, porque el chapopote se deriva de estos últimos, y se explica que haya quedado cerca de las dos zonas o capas de macrofósiles con relleno de chapopote.

Por lo anteriormente expuesto, es seguro que el petróleo pesado (chapopote) de Peñuela se originó en el interior de macrofósiles, por la desintegración del animal después de la muerte, y que tales fósiles son animales marinos de la zona nerítica.

Esto, con respecto a la paleobiología, explica el contenido de la roca caliza de poca sustancia bituminosa, por lo que es caliza fétida, y en el interior de los macrofósiles, pocos por cierto, puesto que requiere su acumulación ciertas condiciones, sobre todo que no se abren las valvas de los individuos, lo que se explicó arriba por cierta sedimentación rápida o catastrófica.

Conjunto (asociación) de fósiles en capas y láminas paralelas a la estratificación

Generalmente los fósiles no están distribuidos de modo uniforme o geométrico en la caliza, puesto que se observan principalmente láminas o capas de determinados fósiles, que son paralelas a la estratificación.

Las láminas o capas de estos fósiles tienen 5 a 30 cm. de grosor. Contienen algunas capas, por ejemplo y de preferencia, ejemplares del *Neoradiolites ordoñezi*, también radiolítidos de tamaño mediano (por ejemplo *Bournonia carrilloi* n. sp.), fragmentos de valvas superiores del *Neoradiolites*, *Apricardia mongesi* n. sp., a veces corales, *Nerinea* y caprínidos. De esto se puede concluir también que de todos los fósiles hallados hasta ahora en la caliza de Peñuela, puede haber representantes, pocos o muchos, en determinada lámina o capa de la caliza. Esto puede suceder, pero solamente en partes de una lámina o capa de caliza, mientras que es evidente que en extensiones grandes de determinada lámina o capa hay cierta asociación de fósiles, lo que voy a demostrar con algunos otros ejemplos.

En determinadas capas encontré, principalmente, *Apricardia mongesi* n. sp. en forma de "nidos", es decir, amontonados aquí y allá y como en conjuntos coloniales; pero en partes de la capa la *Apricardia* tiene asociado el *Neoradiolites ordoñezi* y fragmentos de las valvas superiores de éste, lo mismo que gasterópodos, en número muy reducido.

En otras capas existe de preferencia la *Durania mexicana* n. sp. que está asociada con *Nerinea* y *Actaeonella*.

Existen capas con el *Hippurites (Vaccinites) boehmi* Douvillé pars, asociado a corales en pocos ejemplares, *Neoradiolites ordoñezi* n. sp. y valvas superiores de éste, radiolítidos de tamaño mediano y gasterópodos indeterminables.

Por último, hay capas o láminas con bastantes colonias de corales, pocos ejemplares del *Neoradiolites ordoñezi* n. sp., fragmentos de sus valvas superiores y muy pocos capríidos.

Repito que estas asociaciones no son absolutamente fijas, y en partes de lámina o capas pueden encontrarse todos los fósiles reconocidos hasta ahora en la caliza de Peñuela, unos en muy pocos ejemplares y otros muy abundantes. Pero seguramente hay en una que otra capa, de preferencia, muchos ejemplares del *Neoradiolites ordoñezi* n. sp. que guardan entre sí distancia de 20 a 50 cm. Otras láminas y capas contienen de preferencia la *Apricardia mongesi* n. sp., amontonada en "nidos" de unos 10 a 30 ejemplares, o en forma de colonias de unos 3 a 5 individuos. Pocas capas hay que contienen de preferencia la *Durania mexicana* n. sp., o pequeñas colonias de hexacorales o de la *Bournonia carrilloi* n. sp. Otros fósiles son más bien escasos, como por ejemplo los capríidos, el *Hippurites (Vaccinites) boehmi* Douvillé pars, el macroforaminífero ?*Orbitoides*, y las algas calcáreas.

En las capas observadas y fósiles contenidos en ellas no ha sido posible notar diferencia en la distribución de los fósiles, como se indicó antes. Naturalmente, como la extensión de las capas observadas en la región de referencia es sólo de 50 a 150 metros, en sentido horizontal, no se sabe a ciencia cierta si haya en una y la misma capa cierta diferenciación de fósiles, aunque del hecho de que se repiten los mismos fósiles en sentido vertical, puede concluirse que determinados fósiles, que son numerosos o pocos en determinadas capas, sigan a través de ellas hasta establecerse así la continuación de los organismos a través de los bancos de caliza en la serie de Peñuela. De lo contrario sería imposible explicar la repetición de fósiles en diversos bancos de la caliza.

Variación o diversidad de fósiles en la serie de caliza de Peñuela en sentido vertical

En sentido vertical sí se repiten varias veces los fósiles que abundan en determinada capa o lámina, aun en el mismo banco, lo que queda demostrado en seguida por algunos ejemplos que he observado en las canteras pequeñas de "El Cerrito":

Primer ejemplo de un banco de caliza con diversas capas y láminas que contienen determinados fósiles

banco de caliza
de 3 metros
de grosor

Capa con bastantes *Apricardia mongesi* n. sp., pocos ejemplares del *Neoradiolites ordoñezi*, n. sp., fragmentos de valvas superiores de este radiolítico, y algunos ejemplares de radiolíticos medianos (*Bournonia carrilloi* n. sp.,) etc.

Capa llena de fragmentos de hasta 10 y aun 20 cm. de longitud de valvas superiores del *Neoradiolites ordoñezi* n. sp.

Capa con bastantes *Neoradiolites ordoñezi* n. sp., en series horizontales, guardándose una distancia de 20 a 50 cm. entre los individuos; además fragmentos de valvas superiores del *Neoradiolites ordoñezi* n. sp.

Segundo ejemplo de un banco de caliza con diversas capas y láminas que contienen determinados fósiles

Banco de caliza
de 4 metros
de grosor

Capa con algunas *Durania mexicana* n. sp.

Capa con buen número de *Apricardia mongesi* n. sp., en "nidos" y colonias, y pocos gasterópodos (*Nerinea* sp. indet.)

Capa con bastantes *Neoradiolites ordoñezi* n. sp., algunos radiolíticos y *Apricardia mongesi* n. sp.

Capa con muchos fragmentos de valvas superiores del *Neoradiolites ordoñezi* n. sp.

Zona con bastantes microforaminíferos (miliólidos etc.)

Zona con muchos fragmentos de valvas superiores del *Neoradiolites ordoñezi* n. sp.

Capa con bastantes individuos del *Neoradiolites ordoñezi* n. sp., fragmentos de valvas superiores de este paquiodonto, y algunas colonias de hexacorales.

Tercer ejemplo de un banco de caliza con diversas capas y láminas que contienen determinados fósiles

Capa de caliza de medio metro de grosor	Zona con bastantes <i>Neoradiolites ordoñezi</i> n. sp., algunos radiolítidos medianos, <i>Apricardia mongesi</i> n. sp., y fragmentos de valvas superiores del <i>Neoradiolites ordoñezi</i> n. sp.
	Lámina de limo calcáreo con microforaminíferos (miliólidos).
	Zona con bastantes <i>Neoradiolites ordoñezi</i> n. sp., fragmentos de valvas superiores de estos, y algunas <i>Apricardia mongesi</i> n. sp.
	Lámina de limo caliza, con algunas <i>Apricardia mongesi</i> n. sp., y pocos <i>Nerinea</i> sp. indet.

Cuarto ejemplo de un banco de caliza con diversas capas y láminas que contienen determinados fósiles

Capa de caliza de medio metro de grosor	Zona con muchos fragmentos de hasta 15 cm. de longitud, de valvas superiores del <i>Neoradiolites ordoñezi</i> n. sp.
	Zona con bastantes <i>Neoradiolites ordoñezi</i> n. sp. y fragmentos de valvas superiores del mismo paquíodonto.
	Zona con muchos fragmentos de valvas superiores del <i>Neoradiolites ordoñezi</i> n. sp.

Los ejemplos anteriores pueden ser aumentados con otros, y demuestran que cada banco o capa, sin excepción, incluye diversas capas, láminas o zonas con determinados fósiles, que no se repiten exactamente en lo vertical en otro banco o capa superior, porque cada banco en sus capas y láminas tiene determinados fósiles en asociación, que, aunque semejantes en otras capas y láminas, no son idénticos. Esto indica claramente que aun en la serie de caliza de Peñuela, de grosor reducido, hubo cambio continuo de los organismos.

Es de mencionar especialmente que no se observó ninguna repetición rítmica de bancos, capas y láminas con determinados fósiles en la serie de caliza de Peñuela.

El cambio de los organismos en sentido vertical es más marcado si se toma en cuenta no solamente la caliza de "El Cerrito", sino también toda la serie de caliza de Peñuela, puesto que en la parte inferior y media de ésta parecen prevalecer casi exclusivamente las Apricardias, mientras que en la porción superior se conocen al lado de los muchos individuos y colonias de la *Apricardia mongesi* n. sp., y en igual o mayor número de individuos, otros paquiodontos, a saber el *Neoradiolites ordoñezi* n. sp., la *Bournonia carrilloi* n. sp., la *Durania mexicana* n. sp., y pocos *Hippurites* (*Vaccinites*) *boehmi* Douvillé pars. Siendo las porciones inferior y media de la caliza de Peñuela menos bien conocidas, respecto a fósiles incluidos, que la parte superior, no parece indicado referirse con más detalles al tema tratado arriba, respecto a la modificación paleobiológica en sentido vertical de la serie de caliza. Así es que no fué posible averiguar a ciencia cierta si en la serie de la caliza de Peñuela comenzaban nuevas formas o si quedaban extinguidas ciertas especies.

Pero de lo anterior es evidente la modificación, sobre todo la de determinados invertebrados, por ejemplo, de varios paquiodontos, en el sentido de que aparecen nuevas especies, lo que concuerda con lo que se sabe de otras partes de México y del extranjero, donde se observan series de sedimentos marinos de igual espesor y composición.

*Fauna y flora fósiles de la caliza de Peñuela en relación
con el material que las contiene*

En adición a lo explicado arriba acerca del conjunto de la fauna y la flora fósiles de la caliza de Peñuela, es interesante estudiar todavía el material y los fósiles incluidos, es decir, averiguar si se puede demostrar que por lo menos cierta fauna y flora depende de la calidad del limo en que vivían.

Efectivamente, he observado alguna relación entre los fósiles y la caliza que los incluye, porque la caliza de textura densa contiene muchos microfósiles, a saber, microforaminíferos de la familia de los miliólidos, y algunos otros géneros, y probablemente espículas de espongiarios, mientras que por ejemplo la caliza microoolítica incluye pocos microforaminíferos (miliólidos, etc.). Pero la caliza densa contiene en otras partes algunos o muchos macrofósiles, por ejemplo *Neoradiolites ordoñezi* n. sp., pocas *Durania mexicana* n. sp., *Bournonia carrilloi* n. sp., *Apricardia mongesi* n. sp., corales, fragmentos de valvas

superiores del *Neoradiolites*, muy pocos macroforaminíferos del género *Orbitoides?*, mientras que otras zonas de la misma caliza densa están llenas de fragmentos de valvas superiores del *Neoradiolites*, y contienen pocos fósiles enteros, tales como macroforaminíferos (*Orbitoides?*), diversos radiolítidos medianos, y algunos individuos del *Hippurites* (*Vaccinites*) *boehmi* Douvillé pars. De esto podemos concluir que el material microoolítico no es precisamente propicio para la vida orgánica, puesto que en el limo, convertido en caliza densa, se observa gran variedad de fósiles, presentes en parte en numerosos ejemplares, mientras que en la caliza microoolítica hay exclusivamente microforaminíferos en número reducido. Posiblemente los oolitos arrastrados por corriente marina, estorban la vida de los macrofósiles, como bivalvos, paquiodontos y gasterópodos, así vez porque al entrar por sus dimensiones reducidas al animal cuando están abiertas las valvas, estorban las funciones del mismo.

La caliza de otras texturas, como la microconglomerática, la conglomerática y la brechoide, es de volumen tan reducido en comparación con la caliza de textura densa y microoolítica, que no se ha podido averiguar la proporción entre la roca y la fauna y flora fósiles, y tampoco si existe cierta independencia de los fósiles de estas calizas de textura más bien excepcional en la serie de caliza de Peñuela.

Colonias y gemelos de ciertos invertebrados y fósiles aislados

Existen en la caliza de Peñuela fósiles que siempre se encuentran en individuos aislados, como los foraminíferos de todos tamaños y los bivalvos y gasterópodos, mientras que respecto a espongiarios y algas calcáreas no se podían establecer conclusiones definitivas, puesto que son conocidos en fragmentos, aunque sí puede decirse que, por lo que se conoce ya de estos fósiles de otras partes, es probable que hayan existido en individuos aislados y en colonias.

De los demás fósiles de Peñuela, los hexacorales se encuentran siempre en colonias, mientras que todos los paquiodontos, aunque se encuentran en individuos aislados, son conocidos en un conjunto o en forma de colonias o gemelos con individuos de la misma especie, lo mismo que con individuos de otros géneros y de otros grupos, como por ejemplo corales, como lo voy a demostrar en seguida.

He observado dos casos en que colonias de corales están adheridas a la superficie de las valvas superiores del *Neoradiolites ordoñezi* n. sp.

(figs. 56 y 57), y en uno de estos llama la atención el tamaño grande y por consiguiente el peso considerable del coral, puesto que el paquiodonto tuvo que levantar la valva superior con el coral superpuesto, lo que extraña, porque son músculos del animal que suben la valva superior para que entre el agua y con esto el alimento. El caso demuestra a qué grado enorme puede llegar la función de cierto organismo del animal bivalvo.

En otro caso el coral, de dimensiones reducidas, está adherido al lado externo-inferior de la valva grande, donde el paquiodonto casi descansó sobre el limo, aparentemente, y en otro en la parte correspondiente de un *Hippurites* (*Vaccinites*) *boehmi* Douvillé pars.

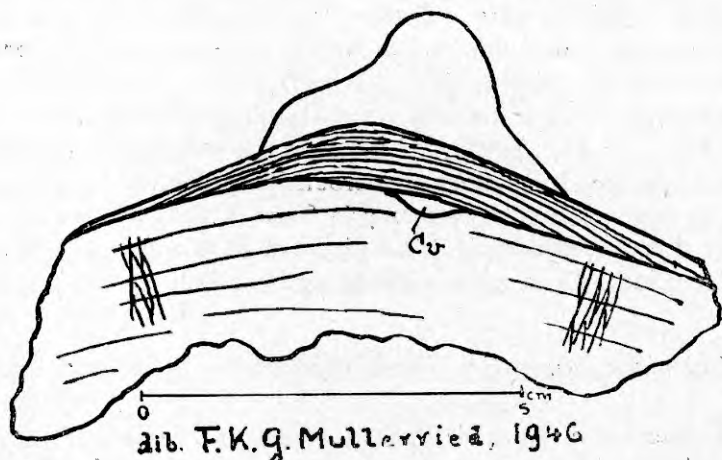


Fig. 56. Colonia de hexacorales sobre la valva superior del *Neoradiolites ordoñezi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección vertical de tamaño reducido (en la figura) en laja del edificio de 5^º de Artículo 123 97. de México.

En las colonias de coral y otros paquiodontos pegados observé un caso interesante: una colonia bastante voluminosa de hexacorales tiene encima tres partes distintas, un caprínido y dos radiolítidos medianos. En este caso los individuos de los corales deben haber sido muertos al contacto de la concha de los paquiodontos con los corales, puesto que éstos están pegados firmemente al paquiodonto que estorbó las funciones de ciertos individuos de los corales.

En otros casos los paquiodontos de diferentes géneros están adheridos a otros individuos en el lado externo de la valva inferior, a saber: un radiolítido mediano en un *Neoradiolites* en tres casos (figs.

58, 60 a 65), una *Bournonia carrilloi* n. sp. a otra *Bournonia*, otra a *Durania mexicana* n. sp., un radiolítido a un *Hippurites* (*Vaccinites*) *boehmi* Douvillé pars, una ?*Sauvagesia* a un caprínido, estando en cuatro casos el radiolítido fijado al otro género con el lado externo de la valva inferior, y en tres casos con la terminación inferior de la valva inferior, de donde se infiere que la adhesión tuvo lugar unas veces desde muy joven, y otras a edad bastante avanzada del radiolítido

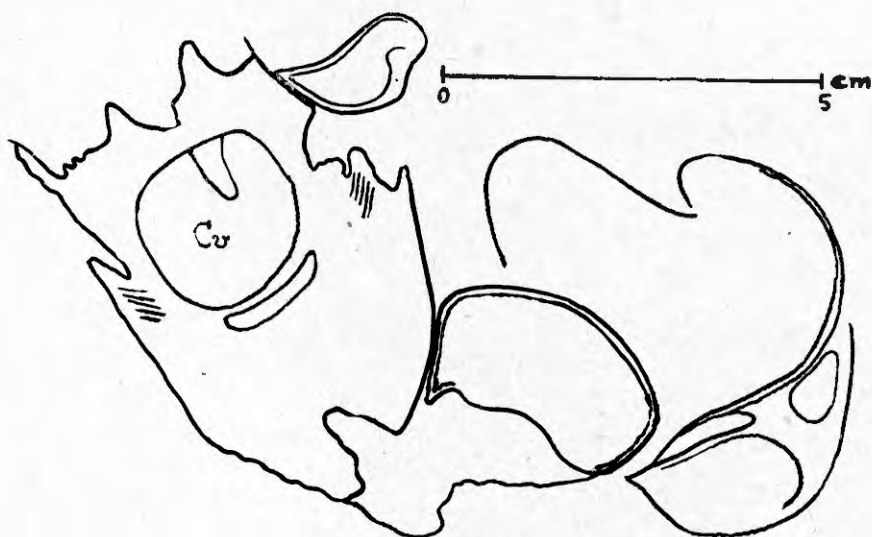


Fig. 57. Colonia de hexacorales sobre la valva superior del *Neoradiolites orthoëzi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección vertical de tamaño reducido (en la figura) en laja del edificio Guardiola, Cinco de Mayo 1, ciudad de México.

mediano. También observé *Apricardia* adherida a radiolítidos medianos, y en cuatro casos la *Apricardia* estaba fijada con el lado inferior-lateral de la valva grande al lado externo de la valva grande del radiolítido; esto se nota también en la agrupación colonial de individuos del género *Apricardia*. He visto otras *Apricardias* coloniales, a saber: en cuatro casos dos individuos y en dos casos cuatro individuos, adheridos los ejemplares menos grandes siempre en la parte inferior de la valva

grande del ejemplar mayor, parte inferior que es más encorvada que el otro lado. Otro caso, muy extraño (fig. 66), muestra que un radiolítico está pegado a las dos valvas del *Neoradiolites ordoñezi* n. sp., estorbando que se abra bien la valva superior de éste.

Por último, hay que indicar la existencia de gemelos, por ejemplo en un caso de dos *Hippurites (Vaccinites) boehmi* pars (fig. 59) unidos paralelamente en el lado externo de las valvas inferiores; e igualmente la *Bournonia carrilloi* en cuatro casos; gemelos de *Neoradiolites*



del. F. K. G. Mullerried, 1946

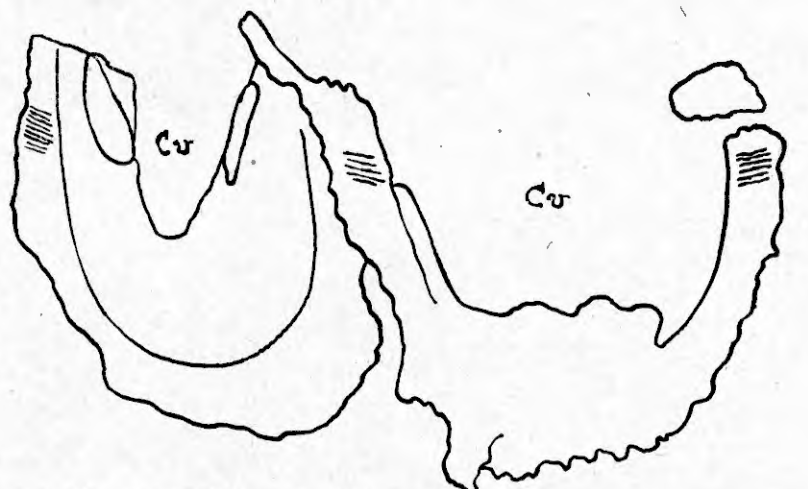
Fig. 58. Colonia de radiolítico y *Apricardia mongesi* n. sp., procedente de Peñuela, V. C. Sección vertical de tamaño reducido (en la figura) en laja del edificio Clichy, Cinco de Mayo 29, ciudad de México.

ordoñezi adheridos por su lado externo (fig. 67), se conocen en un caso solamente, mientras que en tres casos se nota algo especial, a saber: dos individuos adheridos el uno al otro y ambos inclinados (fig. 68), y un individuo en posición normal y el otro adherido, pero volteado a tal grado que la valva superior está abajo (figs. 69 y 70).

Los dos últimos casos que representan un *Neoradiolites* menos grande adherido al ejemplar mayor, pero con la valva superior hacia abajo, son muy interesantes, pues indican que este individuo vivió bastante

tiempo colgado hacia abajo, sin tener obstrucción alguna en sus funciones, y funcionando bien asimismo el sistema vascular.

¿Ha sido una adaptación desde muy joven, o es que las funciones del organismo no son tan rígidas como se cree? Seguramente el caso es excepcional, pero demuestra que los órganos y todo el sistema de un individuo funcionan satisfactoriamente aun estando todo al revés de como está ordinariamente.



des. F. K. G. Mullerried, 1946.



Fig. 59. Gemelos de *Hippurites* (*Vaccinites*) *boehmi* Douvillé pars, procedentes de Peñuela, Ver. Sección vertical de tamaño reducido (en la figura) en laja del edificio Guardiola, Cinco de Mayo 1, de México..

Valvas superiores en posición original sobre las valvas inferiores, y desintegración de las primeras en el Neoradiolites ordoñezi n. sp.

Generalmente se observan en los paquiodontos de Peñuela las valvas superiores en posición original sobre las inferiores, como, por ejemplo, en el caso del *Hippurites* (*Vaccinites*) *boehmi* pars, la *Bournonia carrilloi*, la *Durania mexicana* y el *Neoradiolites ordoñezi*.

Pero en todos estos paquiodontos, que generalmente están situados verticalmente de modo que la valva superior está en la terminación superior del paquiodonto, ocurren casos en que falta la valva superior, sin que haya sido posible averiguar el porcentaje de estos casos, que me



Fig. 60. Colonia de *Hippurites* (*Vaccinites*) *boehrii* Douvillé pars, y de un radiolítico, procedente de Peñuela, Ver. Sección vertical de tamaño reducido (en la figura) en laja del edificio Guardiola, Cinco de Mayo 1, ciudad de México.

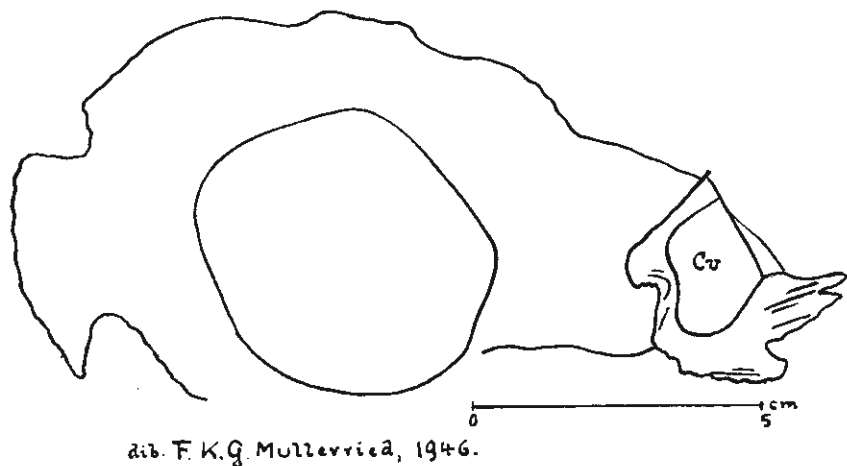
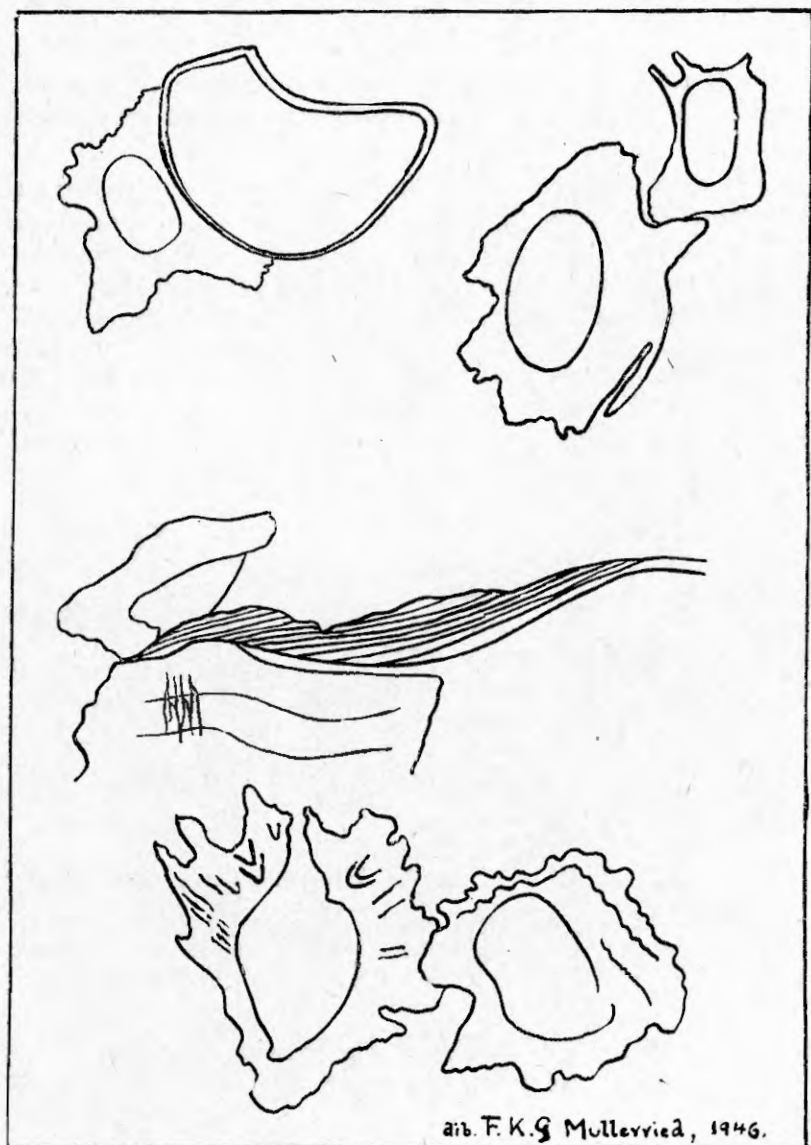


Fig. 61. Colonia de radiolítico y *Durania*, procedente de Peñuela, Ver. Sección vertical de tamaño reducido (en la figura), en laja del edificio San Antonio, Juárez 64, ciudad de México.



FIGURAS 62 A 65

62. Colonia de *Apricardia mongesi* n. sp. y *Bournonia carrilloi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección vertical de tamaño natural en laja del edificio de Insurgentes 254, ciudad de México.—63. Colonia de radiolíticos, procedente de Peñuela, Ver. Sección de tamaño natural en laja del edificio Guardiola, Cinco de Mayo 1, ciudad de México.—64. Colonia de radiolítico y del *Neoradiolites ordoñezi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección de tamaño natural en laja del edificio Miguel E. Abed, Isabel la Católica 45, ciudad de México.—65. Colonia de radiolítico y *Bournonia carrilloi* n. sp., procedente de Peñuela, Ver. Sección vertical de tamaño natural en laja del edificio H. Steele y Cía, S. A., 2ª de Colón 18, ciudad de México.

imagino es reducido, porque hay muchos individuos de estos cuatro géneros con las valvas superiores normalmente puestas sobre las inferiores.

Una excepción presenta el *Neoradiolites ordoñezi*, n. sp., pues hay bastantes ejemplares que tienen la valva superior algo desintegrada o muy desintegrada, o aun les falta por completo. He podido estudiar las diversas etapas de la desintegración de la valva superior, y refiriéndome a la capa externa de esta valva que es la parte integrante y mejor



Fig. 66. Colonia de radiolitido y del *Neoradiolites ordoñezi* n. sp., procedentes de Peñuela, Ver. Sección vertical de tamaño reducido (en la figura) en laja de la Marmolería Ponzanelli, Eufrates 7, ciudad de México.

estudiada, llegué a la conclusión de que existen las siguientes etapas de desintegración de las valvas superiores del *Neoradiolites ordoñezi* n. sp.

1. Valva superior puesta sobre la inferior, pero faltando una pequeña parte de su porción central en forma de cúpula. (Fig. 50.)
2. Valva superior puesta sobre la inferior, pero faltando toda la porción central de aquélla. (Figs. 43, 48, 49, 51, 57, 66 y 67.)
3. Valva superior faltando casi toda, y estando cerca de ella, un poco más arriba, fragmentos gruesos de la misma. (Figs. 53 y 69.)

4. Valva superior ya desintegrada por completo, pero teniendo cerca, algo más arriba, los fragmentos pequeños de la valva desintegrada. (Figs. 54, 55 y 70.)

5. Valva superior desintegrada, y estando sus fragmentos pequeños a distancia, arriba de ella, de 20 a 50 cm. (Figs. 6 y 7.)

La fragmentación de la capa externa de la valva superior es debida a que se compone de láminas, puesto que tales fragmentos se desprenden a lo largo del plano entre dos láminas. Se rompen lateralmente las láminas, pues presentan estrías casi verticales y a lo largo de ellas se separan en fragmentos, más o menos grandes, pero frecuentemente angulares. Pocos fragmentos presentan algún arredondamiento, debido al transporte por alguna corriente marina que los arrastró, resultando su forma algo arredondeada.

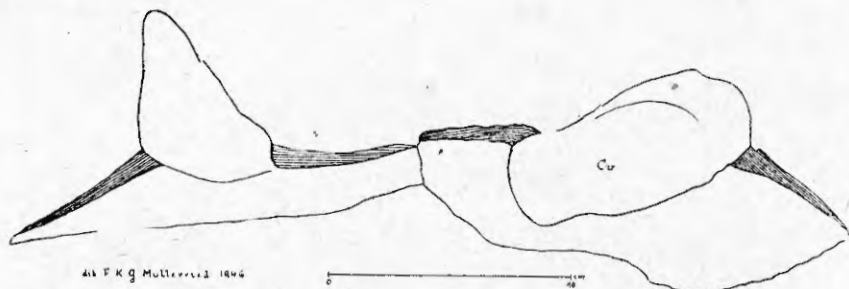


Fig. 67. Gemelos del *Neoradiolites ordoñezi* n. sp., en posición normal procedente de Peñuela, Ver. Sección vertical en tamaño reducido (en la figura) en laja del edificio de Insurgentes 76, ciudad de México.

La capa que contiene los fragmentos de la capa externa de la valva superior en "flotación", está siempre algo arriba de la zona de los individuos alineados del *Neoradiolites ordoñezi*, que en bastantes ejemplares carece de la valva superior, o de parte de ésta, con lo que se explica el gran número de fragmentos, puesto que la valva superior, aunque de tamaño no grande, se compone de un buen número de láminas, que además se despedazan convirtiéndose en fragmentos.

Hay algo interesante en esta desintegración de la valva superior del *Neoradiolites*, que es el único género donde se conoce este proceso, íntimamente ligado al hecho de que la valva superior se compone de láminas muy delgadas. No podemos imaginar que la valva superior está levantada a causa de los gases formados por la desintegración del animal

después de la muerte, fenómeno conocido en muchos paquiodontos, puesto que se observa que entró el limo y a veces microfósiles o pequeñas partes de la concha de diversos fósiles, al lugar que ocupó el animal. Pero para esto no es necesario que se desprenda la valva superior, puesto que es suficiente que se levante sólo un poco y en una parte por la desintegración del animal y los gases formados.

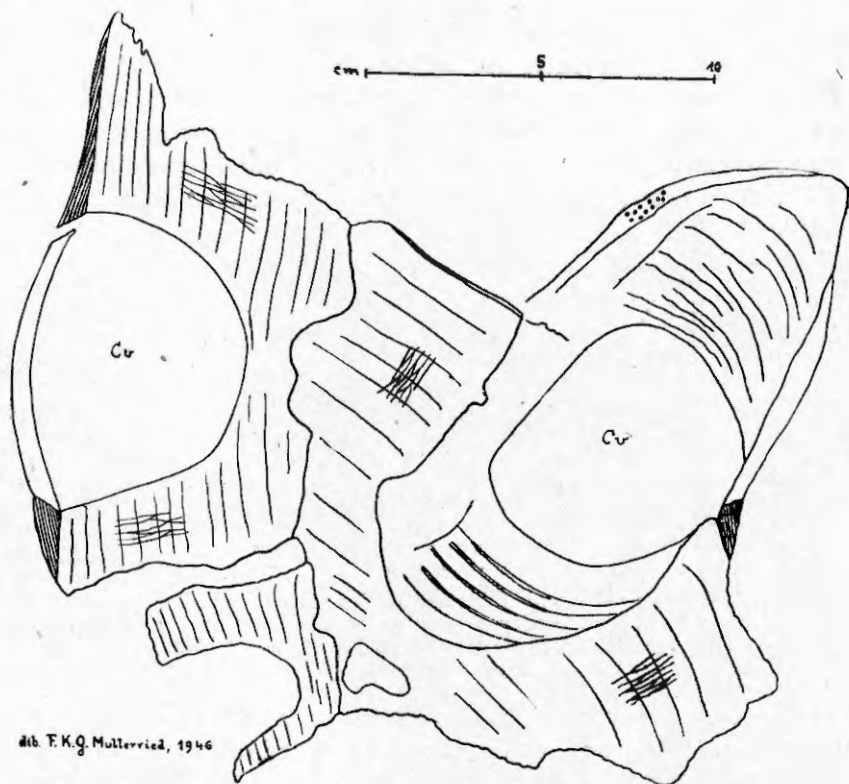


Fig. 68. Gemelos del *Neoradiolites ordoñezi* n. sp., en posición inclinada procedente de Peñuela. Ver. Sección vertical de tamaño reducido (en la figura) en laja del edificio Guardiola, Cinco de Mayo 1, ciudad de México.

Además, en el caso del *Neoradiolites*, en algunas ocasiones queda parte de la valva superior puesta sobre la inferior de manera perfecta, por lo que la parte faltante de la valva superior no se ha desprendido por la desintegración del animal, sino únicamente porque, a causa de su laminación, la valva superior es frágil, mucho más que la de casi todos los demás paquiodontos.

Pero, ¿cómo se explica el fenómeno de la acumulación de los fragmentos de las valvas superiores algo arriba de las valvas inferiores del *Neoradiolites ordoñezi*? Solamente puede imaginarse que los fragmentos por ser delgados son relativamente de muy poco peso, y que por su extensión en plano son llevados flotando por el agua del mar y depositados casi al mismo tiempo donde hay limo calcáreo. Cuando en el curso del desarrollo de la vida orgánica en este mar, quedaron los *Neoradiolites* reemplazados por otros fósiles, por lo menos en esta misma parte, no hubo depósito de fragmentos de valvas superiores del *Neoradiolites*; y efectivamente, se nota que en el mismo banco de caliza, más arriba de la zona de los fragmentos de valvas superiores del *Neoradiolites*, ya no se encuentran éstos, sino otros fósiles.

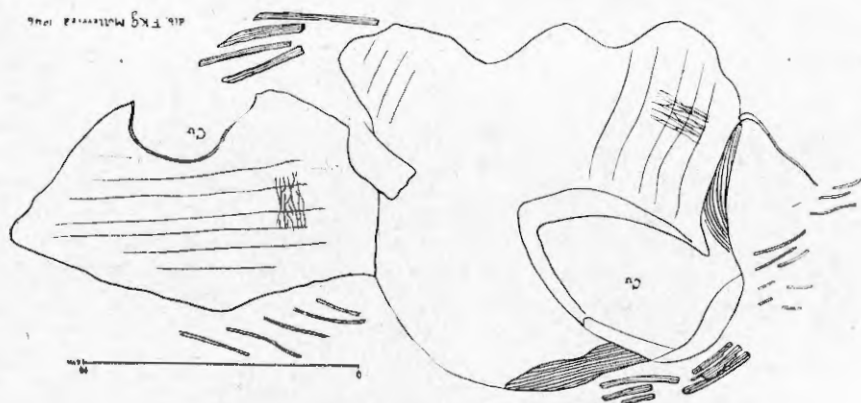


Fig. 69. Gemelos del *Neoradiolites ordoñezi* n. sp., con inclinación de un individuo y el otro volteado, procedente de Peñuela, Ver. Sección vertical de tamaño reducido (en la figura) en laja del edificio S. y R. Oaxaca 18, ciudad de México.

Relleno del interior de los fósiles

Los microfósiles con cavidad o células interiores contienen limo de caliza de grano fino o denso, lo mismo que los macroforaminíferos. Algunos macrofósiles, como las algas calcáreas y los hexacorales, no los he podido estudiar, respecto al material en poros, porque me faltan láminas delgadas de estos fósiles. Pero otros macrofósiles, como gasterópodos, bivalvos y paquiodontos, no tienen vacío el lugar ocupado por el animal, sino lleno por completo de caliza. Esta es de textura densa,

a veces microolítica, y contiene frecuentemente microfósiles, como microforaminíferos (miliólidos, etc.), y aun pequeños fragmentos de las valvas superiores del *Neoradiolites ordoñezi*. De este fenómeno común y sin excepción en el caso de Peñuela, podemos sacar la conclusión de que debe haberse levantado un poco la valva superior por la desintegración del animal después de la muerte, puesto que los gases formados pueden levantarla, aunque sólo sea en una parte de ella, lo cual es suficiente para que entre el limo con fragmentos y microfósiles, y al ponerse algu-

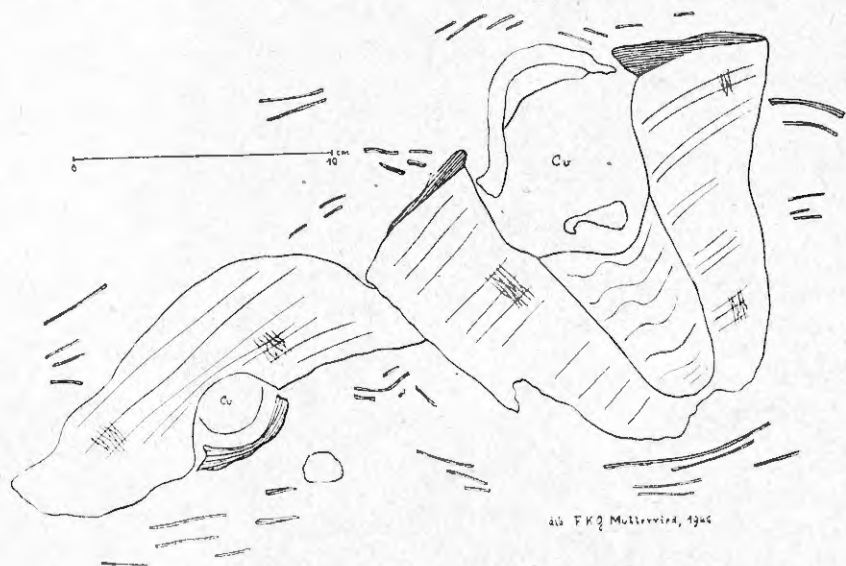


Fig. 70. Gemelos del *Neoradiolites ordoñezi* n. sp., un individuo inclinado y el otro volteado, procedente de Peñuela, Ver. Sección vertical de tamaño reducido (n la figura) en laja del edificio de Uruguay 86, ciudad de México.

nos de éstos entre las dos valvas del individuo, bastan para formar prontamente relleno en todo el lugar que ocupó el animal. No se requiere para ello apertura mayor de 2 a 3 mm. entre las dos valvas del individuo.

Paleopatología y paleotamnología

No obstante los muchos fósiles que he podido examinar en la caliza de Peñuela, no fué posible encontrar casos de paleopatología o paleo-

tamnalogía de fósiles, es decir, fósiles que presenten señales de alguna enfermedad, que se conoce bien en otros fósiles, o indicios de algún fenómeno relacionado con la muerte de los organismos.

Evolución y extinción

No se ha observado suficientemente la evolución y extinción de los fósiles o de algunos de ellos, lo que se debe en primer lugar a que solamente pequeña porción de la serie de caliza de 150 metros de grosor, ha sido bien investigada, y en ésta es difícil hacerlo, como en otras partes de la Tierra donde sólo se observan pocos estratos. Sin embargo de esto, no es imposible que futuras investigaciones por Peñuela o por otras regiones de México, donde probablemente hallarán los mismos estratos, descubran señales de evolución y de extinción de fósiles en el Senoniano medio.

Profundidad del mar de la caliza y fósiles de Peñuela

Tanto la roca caliza, según se demostró, como los fósiles mismos son claros indicadores de que hubo mar de poca profundidad en la región de Peñuela en tiempo del Senoniano medio, fuera de las mareas, en la zona nerítica, tal vez entre arrecifes, y con profundidad no mayor de 250 metros; esto se sabe porque los fósiles, sobre todo los paquiodontos, gasterópodos y corales, así como los macroforaminíferos y algas calcáreas que se encuentran en Peñuela, son bien conocidos de otras regiones del planeta Tierra, donde ha sido posible averiguar la profundidad del mar respectivo, aun en el caso de tratarse de fósiles extinguidos.

Esta misma profundidad reducida en la zona nerítica, prevalecía durante la formación de la caliza de Peñuela, porque no hubo cambio de roca o modificación de los organismos, lo que es indicación clara de la continuación del mismo mar y de las mismas condiciones.

Paleoclima de la región de Peñuela en tiempos del Senoniano medio

El mar de poca profundidad que existió en la región de Peñuela en tiempos del Senoniano medio, era parte de los trópicos, como lo indica la posición geográfica actual de la zona de referencia y además los fósiles de la edad geológica señalada. La costa era más al occidente como

se sabe por los estudios de C. Burckhardt,¹⁰ y en aquella tierra firme tropical el clima era cálido y húmedo. Tal vez existían islas y arrecifes coralígenas de esta costa rumbo al oriente, con el mismo clima de la tierra firme.

El paleoclima de la región de Peñuela en mar y tierra firme ha sido muy semejante al actual, pero para saber más es necesario un conocimiento mayor sobre la fauna y la flora fósiles del mar de aquella época geológica y de la morfología, fauna y flora de la tierra firme correspondiente.

Reconstrucción del mar con la fauna y flora del Senoniano medio en la región de Peñuela (Fig. 71)

Los fósiles reconocidos hasta ahora en Peñuela, y las observaciones detalladas acerca de éstos y su distribución, permiten hacer la reconstrucción del mar de esta localidad mexicana en la época geológica del Senoniano medio.

En la figura 71 se presenta una visión de la vida orgánica en profundidad reducida del mar, y se notan sobre el limo calcáreo abundantes microforaminíferos, pocos macroforaminíferos y algas calcáreas, gasterópodos y bivalvos, y muchos paquiodontos de aspecto extraño, en comparación con los bivalvos, cercanos a los paquiodontos que existen en la actualidad.

Los paquiodontos de aquella época geológica pocas veces forman pequeñas colonias o son gemelos, puesto que la gran mayoría de ellos se encuentra distribuida sobre el subsuelo del mar, algo hundidos en éste por su peso, sobre todo los géneros *Durania*, *Neoradiolites* e *Hippurites*. Se pretende mostrar en la figura de referencia los tonos de los diversos colores vivos, característicos de la concha de los paquiodontos, aunque la reproducción en negro-blanco de los fósiles en la reconstrucción no permite dar idea exacta de tales colores, blanco, gris, café y sus diversos tonos.

Para mejor orientación se repiten aquí los colores de los diferentes paquiodontos, ya indicados en capítulo anterior:

- blanco, microforaminíferos, *Hippurites* (*Vaccinites*) *boehmi* pars;
- crema, algas calcáreas, macroforaminíferos;
- oscuro con manchas grises, hexacorales;
- café grisáceo, *Bournonia carrilloi* n. sp.:

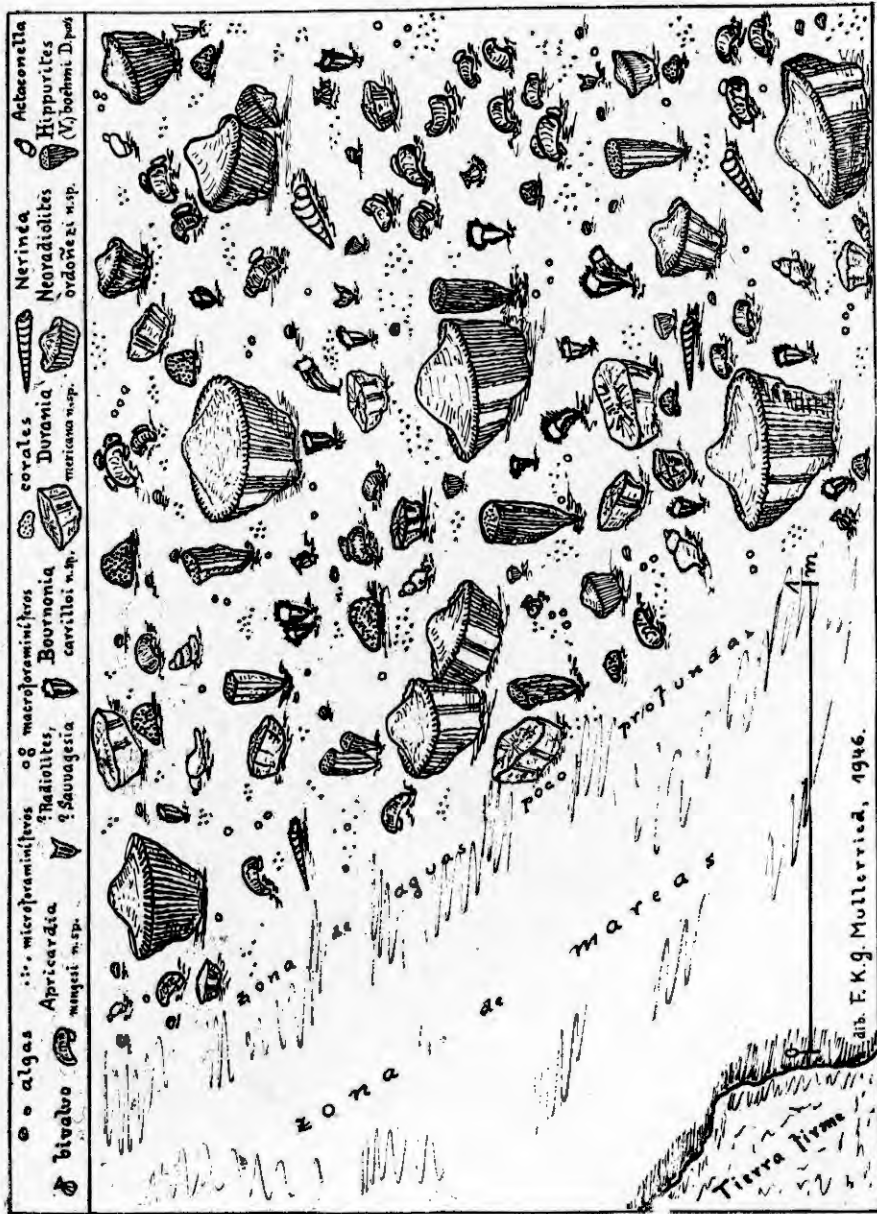


Fig. 71. Reconstrucción por F. K. G. Müllerried de la fauna y flora fósiles de la caliza del Senoniano medio en Peñafluela, Ver. Tamaño muy reducido.

alb. F.K.G. Müllerried, 1946.

café oscuro, *Apricardia mongesi* n. sp.;

blanco y pardo, *Durania mexicana* n. sp.;

café grisáceo, valva superior, y gris claro y café ligero, valva inferior del *Neoradiolites ordoñezi* n. sp.

Pero más que los diferentes colores de la concha de los diversos fósiles, impresiona el aspecto extraño, casi primitivo, de algunos de ellos, sobre todo paquiodontos, mientras que los gasterópodos, hexacorales y foraminíferos tienen aspecto similar y hasta idéntico a los correspondientes organismos actuales. En comparación con la fauna y flora presentes de un mar tropical de poca profundidad es completamente diferente el aspecto de los fósiles del Senoniano medio de Peñuela.

Edad absoluta de la caliza fosilífera de Peñuela

Por último, deseo abordar el problema de la edad absoluta de la caliza con fósiles de Peñuela, pero no en el sentido de cuánto tiempo atrás hayan vivido estos organismos, porque para esto se han empleado ya varios métodos que no son aplicables a la región de Peñuela, y se sabe por resultados logrados en otras regiones de la Tierra, que el Senoniano medio es de un tiempo como de 3 millones de años antes del actual.

Más bien deseo llegar a un cálculo sobre la edad absoluta de la caliza y fauna y flora fósiles incluídas en Peñuela. Como no se puede emplear el método de la radiocatividad, precisa hacerlo con otro referente al sedimento y los fósiles, que he ideado al hacer la investigación de los mismos.

El sedimento y los fósiles han sido la base para atribuirles, por medio de varios métodos geológico-paleontológicos, edad absoluta muy amplia o bien bastante reducida. Me decido respecto a Peñuela por lo último y quiero atribuir a su caliza y fósiles edad absoluta reducida por las siguientes razones: los fósiles observados, sin excepción, son de vida corta, relativamente, como puede aceptarse por comparación con organismos, idénticos o similares, del tiempo actual. Los individuos de más larga vida entre todos los fósiles de Peñuela, son los *Neoradiolites* y las *Durania*s, que probablemente no pasarían de algunos años. Al tener en cuenta esto, y al fijarse en el hecho de que la superficie de los fósiles de Peñuela no está "comida" por la erosión y los organismos marinos más que de manera insignificante, hay que aceptar necesariamente sedimentación rápida, tan rápida que envolvió aun a los paquiodontos

grandes en algunos pocos años. Cada lámina o capa, con determinados fósiles, se ha formado en igual tiempo de pocos años. Cada banco compuesto de varias capas o láminas, representa un período relativamente corto, tal vez de sólo 35 años, si tenemos en cuenta los conocidos períodos climatológicos de Brueckner que también por otros han sido reclamados para explicar el tiempo absoluto de la formación de una sola capa o laja. En el caso de Peñuela me parece más adecuado, por las razones expuestas, aceptar como edad absoluta de un período de Brueckner la formación de un banco. Al aceptar 10 bancos para aquella parte de la serie de caliza de Peñuela que contiene los fósiles descritos en este estudio, se llega al cálculo de que su edad absoluta es de 350 años.

En este cálculo hay suposiciones, por ejemplo, que cada banco equivale en su edad absoluta a un período de Brueckner. En caso de que la edad absoluta de un banco sea solamente la mitad de este período, podemos aceptar que los 10 bancos de caliza y sus fósiles incluidos tienen edad absoluta de solamente 200 o 150 años, período muy corto, admitido para estratos de otras partes de diversos continentes, únicamente por muy pocos de los científicos que han estudiado el problema de la edad absoluta de los estratos y de los fósiles.

Si tiene razón el autor de este estudio en el cálculo de la edad absoluta de la caliza y fósiles de Peñuela, habrá que recortar muchos de aquellos cálculos establecidos por diversos autores respecto a la edad absoluta de las eras geológicas, y por consiguiente de la vida orgánica en los tiempos pasados.

BIBLIOGRAFIA

1. AGUILERA, J. G., 1896.—Sinopsis de geología mexicana. Inst. Geol., Bols. 4 a 6.
2. ARRÓNIZ, J., 1867.—Ensayo de una Historia de Orizaba. 650 págs. y láms.
3. BÁRCENA, M., 1875.—Datos para el estudio de las rocas mesozoicas de México y sus fósiles característicos. Bol. Soc. Geogr., 3ª época, 2, págs. 369-405, láms. y figs.
4. ———, 1877.—Paleontología. Materiales para la formación de una obra de Paleontología Mexicana. Anales Museo Nac., 1.
5. BOEHM, G., 1898.—Ueber Caprinidenkalke aus Mexico. Zeitschr. Deutsche Geol. Ges., 50. Págs. 323-332, 11 figs.

6. ———, 1899.—Beitraege zur Kenntniss mexikanischer Caprinidenkalke. Felix J. y Lenk, H. Beitrage zur Geologie und Palaeontologie der Republik Mexiko. Parte 2. Págs. 143-154, figs. 12-27.
7. BOESE, E., 1899.—Geología de los alrededores de Orizaba con un perfil de la vertiente oriental de la Sierra Madre Oriental.—Inst. Geol., Bol. 13. 53 págs., 4 figs., 2 láms.
8. ———, 1901.—Ein Profil durch den Ostabfall der Sierra Madre Oriental von Mexico. Zeitschr. Deutsche Geol. Ges., 53. Págs. 173-210, lám. VIII, 8 figs.
9. ———, 1906.—Excursions a Chavarilla, Santa María Tatetla, Veracruz et Orizaba. Guide des excursions, Xe Congr. Géol. Intern., núm. 2. 11 págs., 1 lám. (perfiles geol.)
10. BURCKHARDT, C., 1930.—Etude synthétique sur le Mésozoïque mexicain. Mém. Soc. Pal. Suisse, 49 y 50.
11. DÍAZ LOZANO, E., 1929.—Posibilidades de la existencia de petróleo en la región comprendida entre Córdoba, Veracruz y Tierra Blanca. Bol. Petr., 28, 4 y 5. Págs. 605-616, 1 plano, 1 croquis, 6 láms.
12. DOLLFUS, A., MONTSERRAT, E. Y PAVIE, P., 1867.—Observations géologiques faites dans le trajet de la Vera-Cruz à México. Arch. Comm. Sci. Mexique, 2. Págs. 124-127. Pl. A.
13. DOUVILLÉ, H., 1900.—Sur quelques rudistes américains.—Bull. Soc. Géol. américains. Bull. Soc. Géol. France, 3^e serie, 28, núm. 2. Págs. 205-221.
14. FELIX, J., 1899.—Uebersicht der Entwicklung der geologischen Formationen in Mexico. Felix, J. y Lenk, H. Beitrage zur Geologie und Palaeontologie der Republik Mexiko. Parte 2. Págs. 172-173.
15. GALLO, J. A., 1873.—Dirección del camino nacional de Amozoc a Veracruz por Orizava. Mem. Min. Fom. Balcárcel. Págs. 515-584.
16. HEILPRIN, A., 1890.—The Geology and Paleontology of the Cretaceous deposits of Mexico. Proc. Acad. Nat. Sci., Philadelphia, 42.
17. HERRERA MORENO, E., 1892.—El Cantón de Córdoba. Apuntes de Geografía, Estadística. Historia, etc. Córdoba. 662 págs., 18 láms.
18. IMLAY, R. W., 1944.—Cretaceous formations of Central America and México. Bull. Am. Ass. Petr. Geol., 28, núm. 8. 1077-1195.
19. ———, 1944.—Correlation of the Cretaceous formations of the Greater Antilles, Central America, and Mexico. Bull. Geol. Soc. Am., 55. Págs. 1005-1045.

20. *Instituto de Geología*, 1942.—Carta geológica de la República Mexicana.—Escala 1:5.000.000.
21. KUEHN, O., 1932.—Rudistae. *Fossilium Catalogus*, I, 58. 200 págs.
22. KUTASSY, A., 1934.—Pachyodonta mesozoica. *Fossilium Catalogus*, I, 68. 202 págs.
23. LAMBERT, M., 1867.—Etude sur les eaux de diverses localités du Mexique. *Arch. Comm. Sci. Mexique*, 3. Págs. 61-79.
24. MACGILLAVRY, H. J., 1937.—Geology of the Province of Camaguey, Cuba with Revisional studies in Rudist Paleontology. 1937. *Geogr. Geol. Mededeel.* núm. 14.
25. MONTESSUS DE BALLORE, F. DE, 1894.—Sur la rose sismique d'un lieu. *C. R.* 118. Págs. 724-726.
26. MOTTL, C., 1887-88.—Movimientos sísmicos observados en Orizaba durante el año de 1887. *Mem. Soc. Alzate*, 1. Págs. 538-541. T. 3, Págs. 103 y 104.
27. ———, 1888-1894.—Observaciones sísmicas. Enero, 1889 a agosto, 1892. *Rev. Soc. Alzate*.
28. ———, 1896-97.—Observaciones sísmicas correspondientes a los meses de enero y mayo a diciembre de 1894, hechas en Orizaba. *Mem. Soc. Alzate*, 10. Págs. 241-251.
29. ———, 197-98.—Observaciones sísmicas correspondientes a los meses de enero a diciembre de 1895, hechas en Orizaba. *Mem. Soc. Alzate*, 11. Págs. 41-64.
30. ORDÓÑEZ, E, 1899.—Las rocas eruptivas de Orizaba. Boese, E. en *Inst. Geol.*, Bol. 13. Págs. 51 y 52.
31. PALMER, R. H., 1927.—Geology of eastern Hidalgo and adjacent parts of Veracruz, Mexico. *Bull. Am. Ass. Petr. Geol.*, 11, núm. 11. Págs. 1137-1220, 11 figs.
32. ———, 1928.—The rudistids of southern Mexico. *Calif. Acad. Sci., Occ. Papers*, XIV.
33. RATH, G. VON, 1884.—Ueber die versuchte Besteigung des Popocatepetl und den Ausflug nach Pachuca und Cordova... *Verh. naturhistor. Ver. Bonn*, 41. Págs. 100-126, 2 figs.
34. SCALIA, S., 1930.—Véase 10, Burckhardt, C.
35. SCHWAGER, C., 1898.—Véase 5, Boehm, G., 1898.

36. ———, 1899.—Véase 6, Boehm, G., 1899.
37. SEGURA, M. DE, 1859.—Apuntes estadísticos del Distrito de Orizava, formados el año de 1839. Bol. Soc. Geogr., 4. Págs. 3-71.
38. SONNTAG, A., 1858.—Resultado de las observaciones hechas del magnetismo terrestre. Bol. Soc. Geogr., 6. Págs. 33-35.
39. STANTON, T. W., 1900.—Review of E. Boese, Geología... Orizaba, 1899. The Am. Geol., 25. Págs. 315-320.
40. STEINMANN, G., 1899.—Ueber fossile Dasycladaceen vom Cerro Escamela, Mexico. Botan. Zeitung, núm. 8. Págs. 137-154, 21 figs.
41. ———, 1899.—Ueber fossile Dasycladaceen vom Cerro Escamela, Mexico. Felix, J. y Lenk, Beitrage zur Geologie und Paleontologie der Republik Mexiko. Parte 2. Págs. 187-204, figs. 29-49.
42. ———, 1900.—Ueber fossile Dasycladaceen vom Cerro Escamela, Mexico. N. J. Min. Geol., 1. Págs. 323-334.
43. MULLERRIED, F. K. G., 1945.—Breve síntesis del estudio paleobiológico de la caliza y fósiles del Senoniano medio en la región de Peñuela y del Albiano medio en la región de Orizaba, Veracruz. Com. Imp. Coord. Inv. Cient., Anuario 1945. México, D. F.
44. MULLERRIED, F. K. G., 1946.—Neoradiolites, género europeo de paquiodontos encontrado en México. Ciencia, VII (4-6): 113-116, 3 figs. México, D. F., 1946 (25 de septiembre).

SINTESIS DEL ESTUDIO

En la ciudad de México se usan desde hace algunos años lajas de caliza para decoración de las fachadas de edificios modernos. Esta caliza contiene muchos fósiles y proviene del Cerrito, cerca del Cerro de Peñuela, a 5 kilómetros al ESE. de Córdoba, Estado de Veracruz. Hay otras lajas de caliza con fósiles distintos en uso para fachadas de edificios en México, pero éstas provienen del Cerro de Escamela, cerca de Orizaba, Veracruz.

La Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica en México autorizó al autor para que hiciera un estudio paleobiológico de las calizas de Córdoba y Orizaba, lo que llevó a cabo en los cerros respectivos en julio de 1945. La investigación detallada de los fósiles fué hecha posteriormente en el laboratorio de paleobiología de la Facultad de Ciencias, y seguidamente se expone la síntesis de los resultados obtenidos.

Las regiones de Orizaba y Córdoba han sido investigadas respecto a su geología desde hace más de 100 años. No obstante la labor de varios geólogos, existen dudas acerca de la sucesión y edad geológica de los estratos marinos reconocidos en las citadas regiones.

El autor de este estudio demuestra que la edad geológica de la caliza de Escamela, por algunos fósiles encontrados, es probablemente el Albiano medio, confirmando así lo que T. W. Stanton expresó ya en 1900, y que es contrario a la opinión de otros investigadores que situaron la caliza de referencia en el Cenomaniano superior y Turoniano.

La caliza de Peñuela, considerada como de edad turoniana anteriormente, es, según los fósiles hallados por el autor de este trabajo, del Senoniano medio.

Tales fósiles son algas calcáreas, tal vez de los géneros *Lithothamnium* y *Triploporella*, y sobre todo invertebrados, a saber, foraminíferos (*Miliolidae*, ?*Rotalia* y otros géneros, y ?*Orbitoides* u otro género cercano a éste), ?espongiarios, hexacorales indeterminables, gasterópo-

dos (*Actaeonella* sp. indet., *Nerinea* sp. indet., ?*Murex*), y sobre todo bivalvos, tal vez de los géneros *Pecten* y *Exogyra*, y principalmente paquiodontos. El autor describe detalladamente los paquiodontos hallados, de las familias Diceratidae, Caprinidae y Rudistae, a saber, las especies *Apricardia mongesi* n. sp., *Hippurites* (*Vaccinites*) *boehmi* Douvillé pars, *Bournonia carrilloi* n. sp., *Durania mexicana* n. sp., y *Neoradiolites ordoñezi* n. sp.

Lo anterior es la base para discutir en la parte principal del estudio la paleobiología tanto de la caliza de Escamela como de la de Peñuela.

La caliza de Escamela es de aguas marinas poco profundas, pero en parte es caliza densa, fétida, con pocos fósiles, como paquiodontos y algunos microforaminíferos, mientras que otros bancos son de caliza densa o microconglomerática, que indica mar bastante agitada, y contienen muchos fósiles variados, a saber, algas calcáreas, foraminíferos, corales, gasterópodos, bivalvos y paquiodontos, de colores vivos, blancos, grises y oscuros, lo cual demuestra que hubo mar tropical de poca profundidad.

La caliza de Peñuela es bien distinta de la anterior, puesto que tiene textura densa a microoolítica, a veces conglomerática y brechoide, es de color gris claro a crema, fétida, y contiene fauna y flora fósiles más bien reducidas. De vegetales han sido encontrados pocas algas calcáreas, y de invertebrados se hallaron ?espongiarios, bastantes hexacorales en pequeñas colonias, algunos gasterópodos, bivalvos, y muchos paquiodontos de tres familias.

La caliza de Peñuela demuestra que no es formación arrecifal, puesto que está bien estratificada en bancos y capas. Lo mismo demuestran los fósiles de la caliza, que no son típicos de arrecifes, sino más bien aparecen como individuos aislados, con excepción de pequeñas colonias de algas calcáreas y corales.

Muchos de los fósiles son paquiodontos y microforaminíferos. La asociación de los fósiles es bastante uniforme en lo horizontal, pero varía en lo vertical, lo mismo que la textura de la caliza. El tamaño de los fósiles varía desde microscópico hasta tamaño mediano. De los fósiles sésiles, muchos estaban adheridos al subsuelo, puesto que éste era limo calcáreo, en el cual se hundían algo los paquiodontos por su propio peso. Pocos individuos de ellos estaban adheridos a otros, puesto que los individuos guardaban muchas veces cierta distancia entre ellos. Pocos fósiles están incompletos o superficialmente "comidos" a causa de ciertos fenómenos naturales.

Caso interesante es el del *Neoradiolites ordoñezi*, cuyas valvas superiores, compuestas de láminas delgadas, se deshacen fácilmente resultando muchos fragmentos delgados que "flotan" un poco arriba de las valvas inferiores en la caliza.

Los colores de la concha de los fósiles son vivos, blanco, gris y pardo (café).

En el interior de los fósiles hay generalmente limo calcáreo con pequeños fragmentos de conchas y microforaminíferos; en pocos macrofósiles falta dicho relleno, y entonces la cavidad que correspondía al animal, está llena de petróleo pesado (chapopote), considerado por el autor como resto de la sustancia orgánica del animal.

Las asociaciones en forma de colonias han sido reconocidas en paquiodontos y corales, como gemelos o conjunto de varios individuos. Muchos fósiles se encuentran hoy día en posición original y normal en la caliza. Pero casos excepcionales son sobre todo las colonias de dos o tres paquiodontos, siendo uno de ellos volteado con la valva superior hacia abajo, lo que llama la atención en el *Neoradiolites ordoñezi*, e indica que las condiciones de vida excepcionales han sido soportadas bien por el animal.

El análisis paleobiológico de la caliza y fósiles de Peñuela revela que hubo mar tropical de poca profundidad, pero de aguas quietas, estando los fósiles bien dispersos en el fondo del mar, lo que demuestra el autor en instructiva reconstrucción de la fauna y flora, que da una clara idea del aspecto primitivo y extraño de bastantes fósiles, especialmente de los paquiodontos, en comparación con los organismos actuales.

CONTENIDO DEL ESTUDIO

Prefacio

Parte Principal.

1. Historia del reconocimiento geológico en las regiones de Orizaba y Córdoba, Ver.
2. Los estratos y su posición, los fósiles y su edad geológica.
 - a. Región de Orizaba.
 - b. Región de Córdoba.
3. Las calizas y su posición geológica, fósiles y edad geológica en el Cerro de Escamela, cerca de Orizaba, y en el Cerro de Peñuela, en la región de Córdoba.
 - a. La caliza en el Cerro de Escamela.
 - b. La caliza en el Cerro de Peñuela.

Descripción y clasificación de los fósiles encontrados en la caliza del Cerro de Peñuela.

Thallophyta

Foraminifera

Coelenterata

Gastropoda

Bivalvia

Pachyodonta

Apricardia mongesi n. sp.

Caprinidae

Hippurites (Vaccinites) boehmi Douvillé pars.

Bournonia carrilloi n. sp.

Durania mexicana n. sp.

Neoradiolites ordoñezi n. sp.

Edad geológica de la caliza de Peñuela.

4. Paleobiología de los fósiles en la caliza del Cerro de Escamela y en la de Peñuela.
 - a. Paleobiología de la caliza y fósiles en el Cerro de Escamela.
 - b. Paleobiología de la caliza y fósiles en el Cerro de Peñuela.
 - A. La roca caliza de Peñuela.
 - B. Los fósiles de Peñuela.

Contenido de fósiles en la caliza, respecto a grupos y número.

Proporción de animales y vegetales y preponderancia de paquiodontos.

Fauna y flora. Fósiles poco numerosos.

Tamaño relativo de los fósiles.

Paleoetología de los fósiles.

Individuos completos y fragmentarios.

Posición original o secundaria de los fósiles.

Colores de la concha de los fósiles.

Sustancia bituminosa en fósiles de Peñuela y su origen.

Conjunto (asociación) de fósiles en capas y láminas, paralelas a la estratificación.

Variación o diversidad de fósiles en la serie de caliza de Peñuela en lo vertical.

Fauna y flora fósiles en relación con el material que las contiene.

Colonias y gemelos de ciertos invertebrados y fósiles aislados.

Valvas superiores en posición original sobre las inferiores, y desintegración de las primeras en el *Neoradiolites ordoñezi* n. sp.

Relleno del interior de los fósiles.

Paleopatología y paleotamnología de los fósiles.

Evolución y extinción de los fósiles.

Profundidad del mar de la caliza y fósiles.

Paleoclima de la región de Peñuela en tiempos del Senoniano medio.

Reconstrucción del mar con la fauna y flora fósiles de Peñuela.

Edad absoluta de la caliza con los fósiles de Peñuela.

Bibliografía.

Síntesis del estudio.