

LOS LÍMITES DE LAS MANCHAS ARCAICAS Y PRIMARIAS

EN LOS

CONFINES DE LA PROVINCIA DE HUELVA
CON EL ALEMTEJO EN PORTUGAL

—
POR

ENRIQUE DUPUY DE LÔME

Y

PEDRO DE NOVO

—
Del "Boletín del Instituto Geológico de España.,
Tomo XLIII, III de la 3.^a Serie.
—

MADRID

IMP. DE RAMONA VELASCO, VIUDA DE P. PÉREZ
Calle de la Libertad, núm. 31.

1923

In 123

R. 2619

LOS LÍMITES DE LAS MANCHAS ARCAICAS Y PRIMARIAS

EN LOS

CONFINES DE LA PROVINCIA DE HUELVA
CON EL ALEMTEJO EN PORTUGAL

POR

ENRIQUE DUPUY DE LÔME

Y

PEDRO DE NOVO

Del "Boletín del Instituto Geológico de España.,
Tomo XLIII, III de la 3.^a Serie.

MADRID

IMP. DE RAMONA VELASCO, VIUDA DE P. PÉREZ
Calle de la Libertad, núm. 31.

1923

Archivo Municipal de Huelva
Fondo Díaz Hierro

R. 2619

LOS LÍMITES DE LAS MANCHAS ARCAICAS Y PRIMARIAS
EN LOS
CONFINES DE LA PROVINCIA DE HUELVA
CON EL
ALEMTEJO EN PORTUGAL

Desajustes entre los nuevos mapas geológicos de España y Portugal.—En el nuevo mapa geológico de la Península, publicado en 1919 por el Instituto Geológico, se han introducido muchas modificaciones que denotan el gran progreso de los trabajos realizados desde la aparición de la edición precedente en el año 1893. Para la parte portuguesa se han utilizado en nuestro mapa los datos más recientes de la Comisión del Servicio Geológico de aquel país y ha resultado coincidencia casi total en todas las manchas fronterizas, a pesar de que el nuevo mapa portugués (1899) difiere también mucho de los anteriores, y sin que por esta vez se hayan formado como en otras ocasiones Comisiones mixtas hispano-lusitanas encargadas del ajuste entre las manchas geológicas fronterizas (1).

(1) En 1878 efectuaron juntos una expedición Nery Delgado y Gonzalo Tarín, quienes examinaron la región fronteriza de Huelva y luego sostuvieron correspondencia acerca de sus comunes observaciones o de las que cada uno hizo después. En 1888 fué a Portugal D. José Macpherson y más tarde Fernández de Castro y Cortázar, que llevaban la concreta misión de armonizar las observaciones a cada lado de la frontera y luego de establecido este

Esta circunstancia abona la precisión del trabajo realizado por los centros geológicos de ambos pueblos iberos, ya que en tan larga frontera, que comprende unos 1.200 kilómetros, sólo se advierten ligerísimas diferencias que hay que atribuir al criterio personal de cada observador acerca de la división de determinados pisos. Sólo en dos zonas son más notorias y no tienen fácil explicación las diferencias entre los mapas; una en la provincia de Zamora, al Sur de la Puebla de Sanabria, donde las manchas arcaicas y paleozoicas no coinciden con las inmediatas de Tras os Montes y otras entre el Alemtejo y Huelva. Estas últimas manchas son las que presentan mayores diferencias, por lo cual el director entonces de este Instituto, don Rafael Sánchez Lozano, decidió que fueran revisadas para hacer las rectificaciones correspondientes (véase la lámina).

Cuando hubo que renovar, por hallarse agotada, la hoja número 42 de la edición en escala 1 : 400.000, se puso de manifiesto que las fajas devonianas representadas en el mapa portugués en el SE. de Alemtejo se truecan en silurianas en la provincia de Huelva y que una mancha de la última formación que se señala en la provincia española no tiene correspondiente al otro lado de la frontera; asimismo se observaba que una mancha de estrato-cristalino que llega a la frontera de Alemtejo no seguía por la región onubense. En estas circunstancias no era conveniente proceder a una nueva edición de la hoja por no parecer natural estos cambios de terrenos en un límite puramente político, como es el de España y Portugal entre Huelva y Alemtejo.

Hacíase necesaria una rectificación modificando la hoja es-

acuerdo, se encargó de su representación sobre el mapa geológico el Sr. Puig y Larraz valiéndose de los datos que le proporcionaron.

El Sr. Puig estuvo muchas veces en Lisboa y recorrió la frontera en Zamora y otras provincias con los geólogos portugueses para la cuestión de límites.

pañola, caso de que resultara equivocada. De todos modos, el asunto merecía cuidadoso examen, ya que el estudio de la provincia de Huelva se debe al sabio ingeniero D. Joaquín Gonzalo Tarín, cuyos trabajos, como resultado de detenidas observaciones, no pueden rectificarse sin motivos muy fundados que obliguen a ello.

Estudio que nos encomendaron.—El director de este Instituto nos comisionó para que determináramos los límites de las manchas dudosas de la zona fronteriza de Huelva. Desde luego supusimos que no debíamos esperar, salvo circunstancias excepcionales favorables, que una primera visita resolviese por completo el problema planteado, que se fundaba sobre todo en una apreciación de caracteres paleontológicos, lo que aumentaba su indeterminación. Decidimos estudiar primero todos los antecedentes de clasificación de los discutidos terrenos, examinando para ello así los documentos escritos, como los fósiles y rocas recogidos en la comarca; trasladarnos a ésta después y, sumados los datos reunidos a nuestras observaciones personales, dictaminar sobre la rectificación necesaria, si esto era posible desde luego, o marcar la orientación para las futuras investigaciones en el caso, mucho más probable, de que no pudiéramos resolver el asunto de primer intento.

Visita a la Comisión del Servicio Geológico de Portugal.—Con arreglo a este plan nos dirigimos primero a Lisboa para examinar las rocas y fósiles de Alemtejo y procurarnos el mayor número posible de datos verbales y escritos.

Aunque nuestra expedición no hubiera tenido otro objeto ni más resultado que el de proporcionarnos la satisfacción de visitar aquel Centro científico portugués, daríamos por bien empleado nuestro viaje. Nunca pudimos esperar tantas facilidades para el desempeño de nuestra misión, lo mismo por parte de

los ilustres geólogos que allí nos recibieron y nos dieron la sensación de estar en nuestra casa, como por la inmensa cantidad de material científico que acumularon en el Museo de la Comisión los tan conocidos sabios portugueses Delgado, Ribeiro, Vasconcellos, Cabral, marqués de Saporta, Torres, Gómez, Pereira de Costa, Wenceslao de Lima y el infatigable Choffat.

Debemos expresar aquí nuestro agradecimiento al jefe de Estudios de la Comisión, D. Francisco Luis Pereira de Sousa, eminente sismólogo, alma de la Comisión, quien no sólo nos mostró sus Museos, colecciones, biblioteca y almacenes, sino también los demás centros científicos de Lisboa, cuyo elogio no hacemos en el grado que, a nuestro juicio, merecen, pues parecería exageración debida al agradecimiento. Igualmente nos ayudaron mucho en nuestras investigaciones D. Jorge de Macedo Oliveira Simões, ingeniero civil al servicio de la Comisión, y el veterano colector Romão Sousa. En tan grata compañía estudiamos los antecedentes que necesitábamos, a la vez que aprendíamos algo respecto de la organización de la Comisión del servicio geológico. No tenemos oportunidad ni espacio para ocuparnos con detalle de todos sus aspectos, y sólo citaremos lo que más directamente nos interesaba.

El método allí empleado con frecuencia para el estudio geológico de una región es el siguiente: el geólogo encargado del estudio comienza por fijar los distintos niveles en aquellos puntos donde cada uno se manifiesta con mayor claridad y, luego de relacionarlos por medio de itinerarios, encarga a un colector que, siguiendo éstos, trace otros tantos cortes en los que figuren dichos niveles y que recoja ejemplares de rocas y fósiles. De ese modo, a cada corte geológico consignado en las Memorias corresponde una colección de rocas y fósiles que se almacenan por el orden en que se hallaron y que son fidelísima imagen de lo que se observa en el terreno. Este método hace posible que escaso número de geólogos, ayudados por

colectores muy prácticos, levanten el mapa geológico de una región rápidamente, ahorrando muchas fatigas. Como modelo de esta colaboración puede citarse la del famoso Nery Delgado y su colector Romão Sousa. Siguiendo este método se hicieron los cortes de la región que debíamos recorrer, y que pudimos examinar después de haberlos estudiado en las publicaciones de la Comisión.

Debemos también dedicar unas palabras de gratitud al director de Minas de Portugal, quien obtuvo permiso del Gobierno para que atravesáramos la frontera por el sitio que nos fuera necesario.

RESUMEN HISTÓRICO DE LAS OPINIONES EMITIDAS ACERCA DE LA EDAD DE LAS CAPAS DE S. DOMINGOS

De las dos zonas fronterizas de Huelva que difieren en los mapas español y portugués, la que corresponde a la mancha arcaica sólo requería un reconocimiento sobre el terreno, pues su determinación dependía únicamente de sus caracteres litológicos y situación estratigráfica.

Mucho más complicado y difícil era el ajuste de las manchas paleozoicas que exigía, además del examen de fósiles y rocas que hicimos en Lisboa y del reconocimiento del terreno, que después realizamos, un detenido estudio de las opiniones emitidas sobre aquellas formaciones.

Para su mejor comprensión vamos a puntualizar los sucesivos aspectos del asunto.

Mapa portugués de 1876.—En el primer mapa geológico oficial portugués que se editó en 1876, bajo la dirección de C. Ribeiro y J. P. N. Delgado, figuraron como silurianas las

manchas de Alemtejo, de cuya prolongación por Huelva nos ocupamos; debe advertirse que en aquel mismo año acababan de exponer Mallada y Egozcue la conveniencia de separar el siluriano del cambriano (1) y eran recientes o aun no se habían realizado las largas expediciones de Mallada, Gonzalo Tarín y Macpherson por Extremadura, y en Portugal se iniciaba entonces la enorme labor de Nery Delgado, que tanto ha ayudado al conocimiento de los terrenos primarios, no sólo en la Península sino en todo el mundo (2).

(1) A mediados del siglo pasado se empezaron a estudiar los terrenos paleozoicos de España, pero los primeros geólogos que lo hicieron, Hausmann (1842), Luján (1851), y luego Rosales, Rodríguez y Pastor, consideraban reunidos los dos sistemas cambriano y siluriano, y reunidos figuran en los primeros mapas geológicos de la Península: los de Verneuil y Collomb y Maestre.

N. Delgado estudió el cambriano con independencia en Portugal en 1870 (*), lo que no es extraño, pues, proporcionalmente tiene más extensión este terreno en el país vecino donde mide 10.000 kilómetros cuadrados.

En España Mallada y Egozcue en su Memoria geológico-minera de la provincia de Cáceres publicada en 1876, demostraron la necesidad de separar el siluriano de gran parte del terreno infrayacente.

(2) Barrois demostró en su obra *Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galicie* que en el Norte existe el cambriano separado del siluriano.

Mallada y Egozcue emprendieron en agosto y septiembre de 1872 el estudio geológico-minero de la provincia de Cáceres, y empezaron tan ardua labor por la visita de todos los yacimientos de fosfatos. Siguieron este trabajo, aunque con largas interrupciones, en 1873 y 1874; por último, en el invierno de 1875 Mallada, ya solo, dió cima a la tarea, publicándose al año siguiente—1876—la Memoria geológico-minera de la provincia de Cáceres por los dos ingenieros referidos.

Gonzalo Tarín fué destinado en 1867 a la provincia de Huelva, y como resultado de sus estudios publicó en 1870 en Sevilla una carta geológico-minera.

La Comisión del Mapa Geológico de España le encargó en 1876 que continuara sus estudios por aquella provincia. Entonces se atribuían al siluriano muchos terrenos donde ya en 1865 se habían encontrado Posidonomyas, y que al otro lado de la frontera clasificaron Ribeiro y Delgado como del carbonífero inferior. En abril de 1877 escribió en Huelva la «Reseña» publica-

(*) «Breves apontamentos sobre os terrenos paleozoicos», *Revista de Obras Públicas e Minas*, Lisboa, 1870, núm. 1, Janeiro.

Límites determinados por Delgado y Tarín en 1878.— En 1878 los referidos geólogos Nery Delgado y Gonzalo Tarín se concertaron para limitar los terrenos paleozoicos de la frontera que ambos habían estudiado: el primero, en Alemtejo, y el segundo, en la provincia de Huelva, cuyo mapa y Memoria terminó algunos años después. Juntos recorrieron aquellos terrenos primarios, y al SO. de Encinasola hallaron un yacimiento de graptolitos, lo que contribuyó luego a clasificar como silurianas las pizarras de Barrancos en vista de sus analogías con la formación fosilífera que habían reconocido en Huelva (1).

Hallaron los graptolitos en un lentejón carbonoso relacionado con filadios muy semejantes a las pizarras de S. Domingos, lo que indujo a Delgado a creer que estas últimas capas pertenecían al mismo horizonte que las de Barrancos.

Terminados los trabajos de esta Comisión, Gonzalo Tarín

da en el tomo V de nuestro BOLETÍN (1878), acompañada de un mapa en bosquejo. En 1878 hizo con Delgado un reconocimiento de la frontera, y ambos se convencieron de la existencia del siluriano superior en la Sierra Alta, demostrada por varias especies de graptolitos hallados en término de Encinasola. Así consta en una nota en la página 311 del tomo citado.

En otros parajes halló después nereites y graptolitos, resultado igual al que consiguió Delgado en Barrancos, en la prolongación portuguesa de la faja. Pero también existe allí el cambriano, según lo demuestra el *Archaeocyathus Marianicus* encontrado por Macpherson más al este en las calizas pizarreñas del Campayo de Cazalla.

(1) En la primera reseña geológica de Huelva publicada en el tomo V del BOLETÍN, quedó indeterminada la edad de ciertos terrenos de la parte septentrional de la provincia, cuya prolongación por Alemtejo figuraba como cambriana.

Durante las excursiones posteriores a esa publicación halló Tarín varias especies de graptolitos que atribuyó a la fauna tercera de Barrande y determinó las siguientes: *Monograptus Nilssoni*, Barrande; *M. latus*, Mac Coy; *M. Lunaei*, Barrande; *M. convolutus*, Hisinger; *M. Priodon*, Bronn; *Diplograptus palmeus*, Barrande.

La primera vez que halló graptolitos, fué cerca de Encinasola cuando lo acompañaba Delgado, quien buscó luego la prolongación de estas capas en Portugal y encontró los graptolitos en la zona de Barrancos, resultado que comunicó a Tarín.

prosигuió sus estudios en Huelva y Nery Delgado sus interesantes investigaciones del primario de Portugal.

Estudios de Nery Delgado desde 1870 hasta 1908.—En 1870 publicó Nery Delgado su primera nota sobre el paleozoico de Portugal y en 1875 una Memoria en la que procuró demostrar la existencia del siluriano en el sur de aquella nación, fundándose en el descubrimiento, cerca de las minas de S. Domingos, de los nereites y otros géneros afines, tales como las *Grossopodia* y *Lophoctenium*, hasta entonces desconocidos en la Península, pero cuya clasificación y fijación de edad presentaba dificultades casi insuperables. Sin embargo, basándose, sobre todo, en la existencia en las pizarras de S. Domingos de diferentes formas de nereites (género al que confiesa que concedió demasiada importancia) y también en otras consideraciones, asimiló esas pizarras de Portugal con la *tatonic slate*, y les atribuyó igual situación geológica que a las de Quebec (Canadá), por lo que hubo de incluirlas en el siluriano y, probablemente, en la base de la fauna segunda; con arreglo a este criterio, señaló en el mapa una faja siluriana arrumbada al N.-NO., desde las minas de S. Domingos a Aljustrel, poco más o menos en la misma posición que la faja, algo más ancha, que figura como devoniana en el mapa de 1899.

En 1878 realizó la excursión, ya mencionada, con Gonzalo Tarín por la provincia de Huelva, en la que hallaron el importante yacimiento de graptolitos del SO. de Encinasola; las rocas relacionadas con el yacimiento de graptolitos se asemejaban tanto a las pizarras con nereites de S. Domingos, que ambas circunstancias indujeron a Delgado a considerar silurianas las pizarras de Barrancos y de S. Domingos.

A propósito de esto sostuvo una discusión con el doctor F. Roemer de Breslau, quien al principio se inclinaba a atribuir a un nivel inferior del *culm* las capas de S. Domingos; pero

luego confesó que le habían convencido las razones con que abogaba Delgado por su inclusión en el siluriano. No obstante, los nuevos estudios de Delgado le indujeron a conclusiones muy distintas, como vamos a ver.

Durante los años 1879 a 1881 consultó con varios paleontólogos alemanes, quienes le dieron pareceres opuestos y por esta causa fué retrasando hasta 1908 la publicación de lo que había podido comprobar, con sus propias observaciones, sobre punto tan complicado de la geología del bajo Alemtejo. Consignó también en esta última Memoria su hallazgo de fósiles devonianos dentro de la zona siluriana de Barrancos, fenómeno que asegura se repite con notable regularidad. Respecto de las pizarras de S. Domingos, cree, de acuerdo con Gumbel, que tal vez sean devonianas y contemporáneas de las calizas que las acompañan, con inclusiones de fósiles devonianos.

Radica la verdadera dificultad de esta determinación en la propia naturaleza de los nereites, únicos fósiles hallados en las debatidas capas. En sus últimos estudios apenas se preocupó Delgado de fijar la edad de los nereites y sólo se ocupó de discutir sobre las opiniones emitidas por distintos paleontólogos acerca de su naturaleza; las conclusiones sentadas por Nery Delgado en tales controversias pueden hoy considerarse clásicas en el mundo científico.

Opinión de Richter.—Las cartas que se cruzaron entre Nery Delgado y el doctor Richter de Saafeld muestran que este ilustre profesor alemán había estudiado minuciosamente las capas con nereites de Wursbach en Turingia sin fijar de manera precisa la edad de este nivel fosilífero y que más tarde añadió que dichas capas, que supuso correspondientes a las de S. Domingos, eran superiores a las de graptolitos y se inclinaba a atribuir las al siluriano y que las formas que se asemejan a los

neraites en el devoniano y en el *culm* no eran verdaderos nereites.

De manera que Richter no aceptaba que hubiese en Turin-gia dos horizontes distintos de nereites, pero en Portugal hay dos yacimientos: uno en Barrancos y otro en S. Domingos, de caracteres muy diversos y que corresponden a dos diferentes niveles geológicos.

De sus cartas se deduce que Richter quiso determinar la edad de unas capas con nereidos, basado en la clasificación de estos fósiles que no fijan un sólo horizonte geológico, sino que, según se ha visto después, existen en pisos muy distintos entre sí.

Este criterio hace difícil aplicar sus afirmaciones a la zona portuguesa que examinamos, y motiva el que en sus sucesivas opiniones encontremos frecuentes contradicciones y conceptos muy confusos.

Opiniones de Gumbel, Geinitz, Liebe y Roemer.—No es extraño que por tan largo tiempo subsistiera la discusión sobre el nivel geológico que ocupan las capas de S. Domingos, pues en la continuada correspondencia que sostuvo Nery Delgado con muchos sabios extranjeros se encuentran, además de las citadas opiniones de Richter, las de los conocidos paleontólogos Gumbel, Geinitz, Liebe y Roemer, cada uno de los cuales refirió los nereites a un terreno distinto.

Gumbel declaró que las pizarras con nereites de Portugal correspondían a las Nereitenschichten del Fichtelgebirge, y las atribuía al devoniano inferior; Geinitz se apartaba del parecer de la mayoría de los geólogos alemanes que referían al *culm* las capas de Wurtzbach y las consideraba representantes europeas de las pizarras tácónicas del Norte de América, si bien incluyéndolas en el siluriano inferior, fauna segunda; el profesor Liebe opinó al principio que las capas de Wurtzbach eran del

siluriano inferior, conclusión en la que coincidió con Geinitz, quien se apoyaba en consideraciones paleontológicas y Liebe en las litológicas y estratigráficas; no obstante, este mismo geólogo sostuvo luego que tales pizarras pertenecían al *culm*.

Ya hemos dicho que si Richter atribuyó el discutido nivel al siluriano (opinión que compartía en 1876 Fernando Roemer), luego advirtió que era muy aventurado fijar la edad de las capas de S. Domingos basándose en la presencia de los nereites, por ser muy insegura la distinción de géneros y especies y además porque tales formas se encuentran en muy distintos niveles paleozoicos, y con discreto criterio que, sin embargo, pudiera parecer ecléctico, insinuó que puesto que en aquella región abundaba el *culm*, también pudieran pertenecer los nereites a la parte inferior de este terreno, nivel de la *Posydonomya Becheri*.

Observaciones de Barrois.—En una nota acerca de las pizarras con nereites de Bourg d'Oueil (Alto Garona), incluida en los *Anales de la Sociedad Geológica del Norte de Francia* (1883-1884), examinó Barrois las opiniones formuladas hasta la fecha, lo mismo acerca de la naturaleza de los nereites que sobre la edad probable de los distintos yacimientos conocidos.

Insiste en la gran analogía entre el yacimiento fosilífero de Bourg d'Oueil y el de S. Domingos e indica la edad probablemente siluriana de estas capas, pero en cuanto a las pirenaicas indica que sólo mediante observaciones estratigráficas detenidas podrá determinarse con certeza la edad del horizonte a que pertenecen.

Edad de las capas de S. Domingos, según Choffat.—Posteriormente a la época en que Nery Delgado desplegó su actividad, el renombrado Choffat realizó una intensa labor; desde muchos años antes y hasta su muerte, ocurrida hace poco,

llevó el peso de las investigaciones geológicas en la nación vecina.

Al morir Delgado se encargó Choffat de sus publicaciones póstumas, y dijo, respecto de las discutidas capas de S. Domingos, que lo esencial no era considerarlas pertenecientes al siluriano superior o incluirlas en el devoniano inferior, sino advertir que son de muy distinta edad que las de Barrancos. A nuestro juicio es muy acertada esta apreciación de Choffat y creemos que en nada altera el valor de un mapa geológico la indeterminación de un nivel correspondiente a formaciones muy afines de una comarca. Pero luego surgieron dos cuestiones que motivaron la urgente resolución del asunto: la manifiesta disparidad entre los mapas español y portugués, debida al acuerdo tomado por los geólogos lusitanos de considerar devoniana toda la comarca de S. Domingos, y la atribución de las capas en litigio a la parte alta de la formación devoniana, como vamos a ver.

Investigaciones paleontológicas de Pruvost y conclusiones que de ellas dedujo.—Choffat envió a Pruvost varios fósiles hallados en Pomarão (a poca distancia al Sur de S. Domingos), que recogió en aquel punto el colector Sr. Sousa y que figuraban en un corte, trazado por éste, en que se consideraban las capas que contenían esos fósiles íntimamente relacionadas con los niveles pizarreños con nereites idénticos a los de S. Domingos. Pruvost clasificó los fósiles y halló, entre otros, *Clymenia levigata*, Munst; *Phacops granulatus*, Munst; *Orthis arquata*, Phillips; *Cyprycardina escalaris*, Phillips; *Petraia radiata*, Munst; característicos del piso fameniense y dedujo: primero, que el afloramiento de pizarras con nereites de Pomarão pertenece a la cumbre del devoniano superior, piso fameniense; segundo, que parece razonable extender la misma conclusión a los demás asomos de pizarras de S. Domingos,

pues, tomando por guía el corte citado, se advierte que el islote de Pomarão, como la faja de Mértola, no son sino reaparición de las pizarras de S. Domingos en medio de la faja del *culm* del bajo Alemtejo. Los caracteres petrográficos de las pizarras son análogos, pero no completamente iguales a los de Pomarão y, por lo que dice Pruvost, esta analogía se refiere precisamente a las pizarras con nereites de ambas zonas. Afirmó también que al norte del macizo arcaico de Évora hay devoniano inferior y al sur el superior, y cree posible que al sur del macizo haya niveles inferiores al fameniense. (En Portugal parece que no existe el piso medio).

Cita la discusión acerca de la edad de estas pizarras, iniciada por Delgado, desde cuya época se sabe lo difícil que es deslindar en el sur de Portugal los diversos tramos paleozoicos, por razón de su concordancia; señala la disposición de las fajas de nereites, que son tres paralelas, que corresponden a S. Domingos, Mértola y Pomãrao, y dice que tienen estructura isoclinal, con buzamiento al norte; cree prematuro fijar la edad de *toda la faja paleozoica* basándose sólo en caracteres litológicos y estratigráficos y afirma, acertadamente, que también es arriesgado fijarla basándose en el carácter paleontológico de un punto determinado. En cuanto a la existencia de nereites en diversos horizontes geológicos, dice que ello indica condiciones idénticas de sedimentación, pero no sincronismo, sino sólo que se trata de formaciones homotaxas.

Investigaciones paleontológicas de Gonzalo Tarín y sus conclusiones.—Durante sus investigaciones, para luego redactar la Memoria y manchar el mapa de la provincia de Huelva, halló Gonzalo Tarín en el puerto de Buenavista, al sur de Encinasola y en el Rocho de los Molinos de San Bartolomé, señales de fósiles en una pizarra arcillo-micáfera, verde amarillenta, tableada, lustrosa y de mediana dureza, de la que sobresalían

en relieve de color pardo. Los describió y clasificó como *Nereites Ollivanti*, *N. Sedgwickii* y *N. flexilis*.

En 1878 dió cuenta del descubrimiento de la tercera fauna primordial en las pizarras ampelíticas y más tarde halló los vestigios tan discutidos, que unas veces se han considerado simples surcos originados por cantos que resbalaban sobre sedimentos blandos; otras veces pistas de gusanos; otras restos de algas, etc., y que ahora suelen considerarse producidos por unos anélidos llamados nereites. Las huellas que encontró en la Sierra Alta de Huelva, cerca de las capas con graptolitos, se compararon con las que describe Barrois vistas en Bourg d'Oueil (Pirineos), las que estudió Richter en Turingia y las descubiertas por Nuide en Inglaterra, Escandinavia y Canadá, países todos donde se han atribuido al siluriano superior.

Gonzalo Tarín, en la época, ya lejana, en que escribió su Memoria, se inclinaba a clasificar como silurianas las rocas situadas al sur del macizo arcaico y que sólo contenían nereites, porque al norte de aquel macizo los encontró asociados con los graptolitos; hemos visto que esta deducción no se admite actualmente como cierta, pues los nereites no fijan edad. Menciona la opinión del distinguido naturalista marqués de Saporita, quien creyó que los nereites eran más bien pistas que la impresión del animal muerto, idea que encontró muy acertada.

De todos estos estudios se infiere que sólo Pruvost ha podido determinar de modo positivo y apoyándose en documentos paleontológicos, la edad de uno de los niveles de nereites del Bajo Alemtejo; que, muy discretamente, no quiso afirmar nada concreto sobre toda la masa de pizarras que hay entre ese nivel y el macizo arcaico de Évora; que las indecisiones de Delgado y de los autores alemanes antes citados se deben a que no contaban con otros fósiles que los nereites y a que casi siempre prescindían (excepto Roemer) de la gran extensión

vertical de tales formas y, por último, que sólo un estudio simultáneo de los fósiles que se hallen en lo sucesivo y de la tectónica del país podrá dilucidar su complicada estratigrafía.

ESTUDIO ESTRATIGRÁFICO

Datos basados en las afirmaciones de Pruvost —Ya hemos visto que los estudios de Pruvost se basaron en un corte del colector Sousa, que comprendía desde el norte de S. Domingos hasta el Guadiana y al que correspondía una colección de rocas y fósiles que fueron los que examinó el paleontólogo francés. Dicho corte era, sin duda, puramente litológico y en él se limitaron a deslindar el *culm* más caracterizado del resto de las capas que atribuyeron al devoniano superior (luego del examen de los fósiles), suponiendo el *culm* incluido en isoclinales devonianos.

Admitida la condición de fósiles típicos del fameniense para los hallados en Pomar o y comprobado en los cortes su sincronismo con los nereites, nos parece probable que Pruvost razonase del siguiente modo: dentro del *culm* de Pomarão hay una inclusión de devoniano caracterizado por los fósiles tales y cuales; con éstos se asocian unas capas de nereites como las de S. Domingos, luego estas últimas son devonianas. Pero como en aquella región es muy difícil el deslinde petrográfico y estratigráfico entre el arcaico y el paleozoico, y dentro de éste entre el siluriano, el devoniano y el *culm*, admite muchas soluciones la extensión de uno de los mencionados terrenos generalizando lo observado en un punto con fósiles clasificables.

No podemos olvidar que aunque la atribución al devoniano de la gran zona figurada como tal en el mapa se basa en una

generalización, se funda además en consideraciones estratigráficas.

Observaciones estratigráficas de Gonzalo Tarín.—Afirma este geólogo que las capas que penetran desde S. Domingos en la provincia de Huelva son muy análogas a las que asoman en términos de la Puebla, el Almendro y el Alosno, pero tan metamorfizadas que es imposible distinguir, sin más que datos locales, los estratos silurianos de los más elevados de la serie estratigráfica, que, por su carácter paleontológico, sabemos que corresponden al *culm.* Así, las pizarras de S. Domingos, Tarsis, la Zarza y Río Tinto, no ofrecen la menor diferencia, aunque las de las dos primeras localidades son silurianas, y las otras del *culm.*

El principal razonamiento de Tarín para clasificar el paleozoico de Huelva y ante las dificultades expresadas, fué que, a falta de fósiles al sur del macizo arcaico de Évora necesitaba acudir a los caracteres litológicos y estratigráficos, pues contaba como único guía con la fauna de nereites, que afirma que halló al norte del macizo, *debajo de las capas con graptolitos.*

Investigaciones de Nery Delgado.—Conocidísimo es el magistral estudio que hizo este ilustre portugués de las diversas formaciones geológicas de su patria y especialmente de la comarca de Barrancos. En esta labor, que ocupó los mejores años de su vida, sentó algunas conclusiones que se han incorporado a la ciencia universal. Fué principalmente paleontólogo, pero en los puntos en que escaseaban o eran indeterminados los fósiles necesitó acudir a razonamientos estratigráficos y, apoyado en ellos, estudió las capas de nereites, sin llegar a afirmar rotundamente que fuesen silurianas, aunque las figuró como tales en su primer mapa.

Al tratar de sus estudios paleontológicos dijimos que en

sus últimos años consideró devonianas las repetidas capas, a causa, sin duda, de lo que acababa de observar en Barrancos, donde halló *puntos fosilíferos devonianos aislados entre las capas silurianas*, disposición que juzgó producida por la estructura isoclinal; generalizó este razonamiento aplicándolo al paleozoico del sur del macizo arcaico de Évora.

Extensión del devoniano en el mapa portugués del año 1899.—En 1893 publicó la Comisión del Mapa geológico de España una nueva edición del de la Península, en el que figuran como silurianas las zonas con nereites en las dos naciones ibéricas; pero el nuevo mapa portugués de 1899 muestra trocado en devoniano todo el siluriano al sur del macizo arcaico de Évora y formado por dos fajas principales separadas por otra arcaica; la más septentrional comienza algo al SO. de Beja y se dirige, casi de oeste a este, hasta Ficalho, frente al pueblo español de Rosal de la Frontera; la segunda se inicia en Montesbellos, junto a una mancha de mioceno lacustre y se prolonga, con 10 kilómetros de anchura media, hasta Corte do Pinto y las minas de S. Domingos. En esta faja nótase una circunstancia muy interesante respecto de la tectónica local, y es que hacia la mitad de su longitud el borde meridional se resuelve en digitaciones separadas por fajitas carboníferas muy alargadas, aunque menos alargadas y más anchas que otras de la misma formación incluídas en la faja devoniana cerca de Alcaria Ruiva (la más importante de estas digitaciones es la faja de Mértola). Con tal disposición armoniza la del islote de Pomarão, manchita devoniana aislada que asoma más al sur.

Parecer de Pereira de Sousa.—Debemos consignar ahora los resultados de nuestra entrevista con el Sr. Pereira de Sousa cuando hablamos con él acerca del asunto al consultar los datos reunidos en la Comisión del Servicio geológico.

Conviene advertir que este distinguido geólogo ha dedicado con preferencia sus estudios a la sismología, rama de la Geología, en la que es verdadera autoridad; por esto presta especial atención a la Geología desde el punto de vista estratigráfico y tectónico y sin duda, imprimirá este carácter a los nuevos estudios que se realizan en Portugal bajo su dirección. Como en las etapas anteriores la índole dominante de los trabajos geológicos lusitanos fué el paleontológico, ambos aspectos del problema se complementarán ahora de la manera satisfactoria de que es tan buen ejemplo el acabado estudio del carbonífero del Algarbe que realiza actualmente el Sr. Pereira de Sousa.

En su interesante Memoria «Contribuição para o estudo do carbonico inferior e médio em Portugal e sua comparação com o d' Espanha» afirma que debe desaparecer del mapa geológico de Portugal la designación de *culm* que hoy reservan la mayoría de los geólogos para la facies terrígena del carbonífero inferior y añade que sus estudios le han confirmado que en el carbonífero inferior y medio de Portugal hay que distinguir los pisos dinantiense y muscoviense (1).

El Sr. Pereira nos hizo advertir, con su claro criterio, la posible resolución en isoclinales de todas las fajas paleozoicas del Alemtejo; hallamos muy acertadas sus observaciones sobre los diversos mapas de la comarca, y luego de visitarla, nos inclinamos, más que a ninguna otra, a la opinión del ilustre jefe

(1) El régimen batial que se advierte en Portugal en el devoniano superior al sur del Tajo, perdura en el dinantiense inferior; luego se presenta en este mismo piso una formación caliza con políperos, que denota régimen nerítico; pero aun antes del muscoviense se renovó la facies batial, que se prolongó hasta el carbonífero medio, y sólo en la última parte de esta formación se advierte ya un retorno al régimen nerítico, demostrado por la abundancia de restos vegetales. Al muscoviense sigue el estefaniense, que presenta ya depósitos continentales con carbón.

de la Comisión geológica de Portugal, como se verá en las conclusiones que más adelante consignamos.

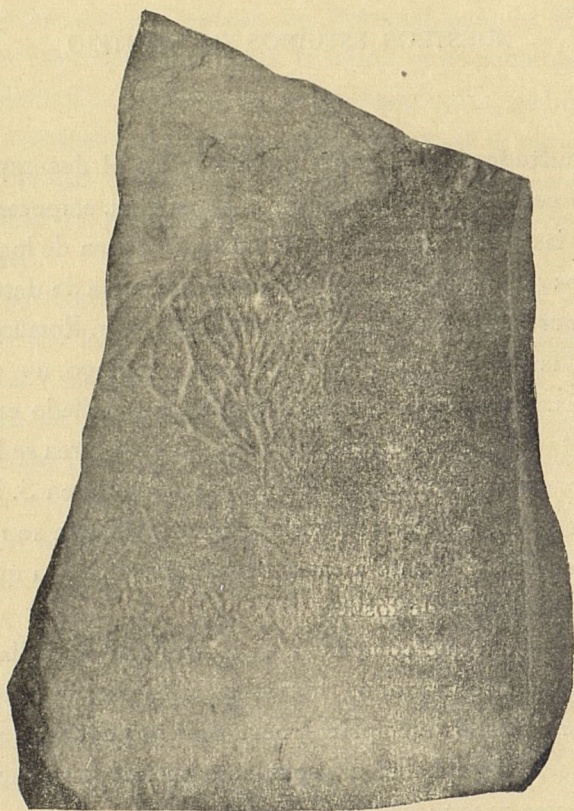
NUESTROS ESTUDIOS EN ALEMTEJO

Dificultades que hemos hallado para el desempeño de nuestro cometido.—Una vez en S. Domingos, empezamos por recorrer las inmediaciones de las minas en busca de los puntos fosilíferos que señalaba en aquel paraje un mapa de detalle que nos proporcionó en la Comisión geológica el Sr. Romão Sousa. Mucho lamentamos que este laborioso geólogo no pudiera acompañarnos, pues con su ayuda hubiéramos hallado en seguida los citados puntos fosilíferos y toda nuestra tarea se hubiese reducido a seguir por España el nivel reconocido en S. Domingos, pero no fué posible realizarlo así, y de esta falta se resiente todo el estudio presente a causa de la escasa fortuna que tuvimos en el hallazgo de fósiles.

Sabido es lo que contribuye la casualidad al hallazgo de esos restos; encontrado un horizonte fosilífero, se recogen a veces por miles los ejemplares, pero sólo por el azar o a fuerza de tiempo se logra hallar el yacimiento cuando para encontrarlo es preciso reconocer una extensa comarca.

Caracteres litológicos de la zona inmediata a las minas; aureola metamórfica.—Así, pues, nos dedicamos a buscar las capas de nereites por toda aquella zona en un terreno ondulado, montuoso en unos sitios, entrellano a trechos, y que con los mismos caracteres se presenta desde el Guadiana hasta la frontera española y desde el norte de Mértola y S. Domingos hasta Pomarão; el suelo es poco fértil, con escaso manto de

tierra, poco cultivo y monte bajo muy claro, circunstancias que facilitan el que en todas partes pueda observarse la estructura del terreno que está formado por capas de mediano grueso y otras muy delgadas que se arrumban al SE. con ligeras varia-



Lophotamium Richeri (?).

Punta S. del embalse de las minas de S. Domingos, Alemtejo (Portugal).

ciones. Adviértense allí tres principales clases de rocas sedimentarias: pizarras arcillosas rojo oscuras muy delgadas y arcillosas, grauvacas grises o pizarras muy duras y otras muy silíceas algo clásticas, talcosas y muy satinadas, que son las que contienen las nereites. Además hay pizarras más oscuras y arcillosas, aunque muy parecidas a las últimas, y bancos gruesos de

caliza negra. Todos los estratos están muy trastornados y caprichosamente abarquillados, y hasta los puntos fosilíferos están dentro de la aureola metamórfica de la formación cuprífera.

Por todas partes asoman las rocas hipogénicas relacionadas con el criadero; son porfídicas, blancas, rojas o verdes y muy

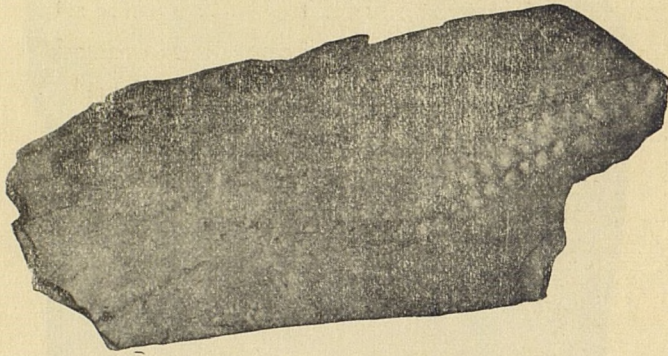


Al pie de la Rochona, camino de las minas de S. Domingos.

cuarcíferas. Fácilmente se comprende que la existencia de estas rocas y la del yacimiento cuprífero con el metamorfismo consiguiente y, en definitiva, todo lo que constituye la aureola metamórfica ha contribuído a aumentar la confusión por la analogía resultante en todas las rocas a que se ha extendido, lo

mismo entre los filadios inferiores del siluriano y los superiores del estrato-cristalino que entre los silurianos (o devonianos) y los del carbonífero.

En varios puntos próximos a las minas y también, sin duda, a los señalados como fosilíferos en el mapa, hallamos algunos nereites, pero tan mal conservados, que su clasificación es casi imposible. Junto al extremo sur del embalse que proporciona agua a las minas hay una serie de capas paleozoicas con fre-

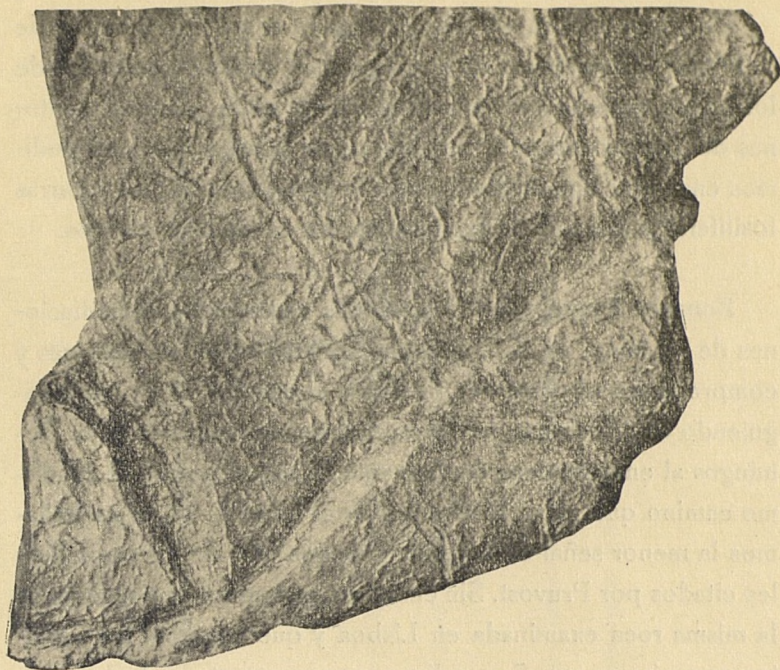


Al pie de la Rochona, camino de las minas de S. Domingos.

cuentes vestigios fósiles, a pesar de estar cortadas por un dique de rocas hipogénicas.

Tal vez en repetidas ocasiones pisaríamos en nuestra excursión las capas en que se encuentran los mejores ejemplares, pero no las vimos, por lo que tuvimos que concretarnos a observar las rocas y sus relaciones estratigráficas con los lechos en que hallamos los poco valiosos restos que pudimos recoger; la mayor parte se hallan inmediatas al camino que conduce de las minas a Santa Ana de Cambas y al oeste del punto geodésico Rochona (197), donde existen unas trincheras en pizarras satinadas con pequeños nereites.

Al norte del camino de S. Domingos a Mértola, pasado el lago próximo a la mina, también encontramos fósiles en pizarras más cuarcíferas.



Orilla S. del embalse de las minas de S. Domingos.



Punta S. del embalse de las minas.

Como en la obra de Nery Delgado sobre los nereites de S. Domingos se citan varios procedentes de las escombreras de los pozos, reconocimos minuciosamente estos grandes montones de piedras extraídas del interior de la mina, pero no pudimos encontrar ningún fósil, pues, indudablemente, las pizarras fosilíferas han quedado tapadas por los escombros azoicos.

Zona de Pomarão.—Después de recorrer las inmediaciones de las minas de S. Domingos nos trasladamos a Pomarão y comprobamos el corte que figura en el estudio de Pruvost, siguiendo las trincheras del ferrocarril desde las minas de S. Domingos al embarcadero de Pomarão. Aunque seguimos el mismo camino que recorrió el colector al hacer el corte no hallamos la menor señal de nereites y menos aún de los otros fósiles citados por Pruvost. Sin embargo, encontramos y recogimos la misma roca examinada en Lisboa y que contenía los nereites: una pizarra muy fina, rojiza, que se presenta en lechos delgados, junto a bancos calizos y en relación con asomos hipogénicos. Según el estudio de Pruvost y los cortes y explicaciones verbales de Sousa, en las calizas están los fósiles que el primero clasificó de famenienses y en las pizarras los nereites.

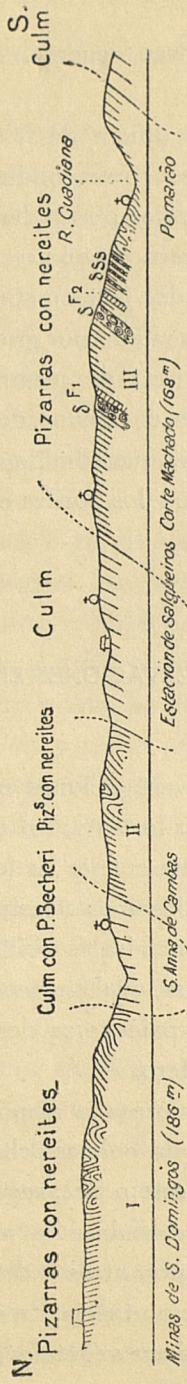
Sabíamos que se hallaban los nereites en esas estrechas hileras cuya prolongación hacia España debía verse claramente; empleamos muchas horas en su busca y de este modo pudimos formarnos idea muy precisa de la estructura del suelo de la región.

Predominan allí tres clases de rocas: las citadas pizarras, otras muy azules y lustrosas y, además, unas grauvacas carboníferas muy oscuras, con trozos angulosos de pizarras y pintas carbonosas.

Su buzamiento y orientación son los mismos que los observados en días anteriores; pero, a nuestro juicio, la naturaleza del suelo *difiere en absoluto de las inmediaciones de la mina y*

CORTE DE S. DOMINGOS A POMARÃO

Según las notas del colector (Nery Delgado ha examinado las muestras e indicado la edad de sus diferentes partes, pero no lo ha comprobado sobre el terreno).



I, faja de pizarras con nereites de S. Domingos; II, anticlinal de Mertola; III, anticlinal de Pomarão.

(Las alturas son próximamente el doble de las longitudes).

sólo algunas pizarras lustrosas recuerdan a las de nereites de la última localidad.

También la topografía difiere de la de S. Domingos, los relieves son mayores, como correspondientes a pliegues más marcados y menos desgastados por la denudación.

En suma, nos persuadimos de que en Pomarão hay dos niveles del paleozoico plegados juntamente: el carbonífero, muy bien caracterizado y representado por gruesos bancos de grauvacas carbonosas, y otro piso de pizarras lustrosas azules y otras más arcillosas rojizas en lechos delgados, que alternan con algunos niveles calizos, que admitimos como devonianos, pues en ellos se encontraron los fósiles característicos del fameniense.

NUESTRAS OBSERVACIONES EN HUELVA

Terminadas nuestras investigaciones en Portugal, casi desprovistos de fósiles, y, por lo tanto, sin niveles fijos que nos sirviesen de guía segura para cotejar las formaciones a un lado y otro de la frontera, modificamos nuestro plan primitivo de pasar a España siguiendo los niveles fosilíferos, y emprendimos una tarea mucho más penosa, cual era reconocer detenidamente en Huelva la formación paleozoica desde el macizo arcaico del Norte hasta el carbonífero.

Algo facilitó nuestra empresa la disposición del suelo, que se compone de una serie de colinas achatadas, separadas por valles arrumbados al NE., este o SE., según la dirección de las capas paleozoicas, que determinan la red fluvial secundaria de la comarca, y cortada por otros valles transversales (más bien collados) de menor importancia. En este país montuoso es poco espeso el manto de tierra vegetal y con mucha frecuencia

deja al descubierto la roca viva, lo que facilita mucho las observaciones.

En vista de tales circunstancias adoptamos el método de dar varios cortes transversales, casi de norte a sur, o sea normalmente a las capas, buscando entre éstas los niveles de nereites y acaso alguna inclusión de las calizas con fósiles devonianos.

Serie de terrenos desde la faja arcaica del Norte al carbonífero del Almendro.—Partimos del macizo arcaico de Évora, de cuya prolongación por Huelva trataremos más adelante.

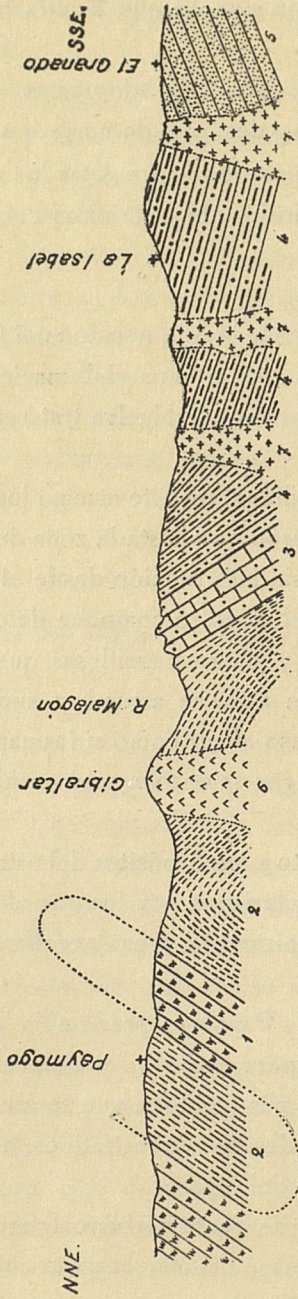
Desde el borde meridional de este macizo los varios cortes que seguimos nos mostraron que hasta la zona del carbonífero, que se extiende ya casi sin interrupción desde el Granada y el Almendro hacia el sur, el suelo se compone de capas de pizarras lustrosas, grauvacas y pizarras arcillosas que suelen buzar al norte, y que de norte a sur se arrumban sucesivamente al NE., al este, al SE. y acaso al sur como si las capas de la zona portuguesa de S. Domingos se desplegasen en haz al penetrar en España.

En Santa Bárbara, junto a los depósitos del estrato-cristalino, predominan los filadios silurianos con los que alternan a veces grauvacas de estructura pizarreña, rocas peculiares del sistema siluriano.

Entre Santa Bárbara y Paymogo predomina la pizarra arcillo-talcosa o micáfera, áspera y, por lo general, verde amarillenta y con ella alterna otra más arcillosa, que se asemeja a las del *culm*; con ambas variedades se interestratifica la grauvaca que lleva en su masa trocitos del filadio.

Véanse también al sur de Santa Bárbara algunos niveles discontinuos y de poco espesor de una cuarcita análoga a la que en S. Domingos acompaña a la pizarra con nereites.

CORTE DE PAYMOGO AL GRANADO



- | | | | |
|-----------------------------|---------------------|------------------|---------------|
| 1 Micacitas y filitas..... | Estrato-cristalino. | 5 Grauvacas..... | Carbonifero. |
| 2 Filias siliceas..... | } Siluriano. | 6 | } Hipogénico. |
| 3 Cuarcitas..... | | 7 | |
| 4 Pizarras con nereites.... | | | |

En Paymogo asoman filadios arcillo-talcosos micáferos y silíceos, teñidos por óxidos de hierro y con filoncillos glandulares de cuarzo.

Pasado el espolón arcaico que hay al sur de Paymogo, las capas que buzaban al norte tienden a la horizontalidad y luego se inclinan.

Desde Paymogo hacia el sur síguense cortando rocas azoicas lustrosas, muy silíceas, hasta que a 10 kilómetros al sur del



Casa del Duque, Paymogo (Huelva).

pueblo se alcanza un nivel potente de cuarcitas que forman una alta y alargada loma, cerca de la Casa del Duque. Asociada con estos bancos de cuarcitas y formando lechos delgados, hay una roca muy silícea análoga a la cuarcita y también a las pizarras silíceas y lustrosas de S. Domingos, roca en que hallamos nereites.

En Portugal, entre el macizo porfídico de Trempancho y las minas de S. Domingos, abundan las grauvacas pizarreñas mezcladas con pizarras más o menos silíceas y sus estratos corres-

ponden a los que continúan por España, sobre todo las cuarcitas que asoman en S. Domingos y en la Alquería de la Vaca.

Las pizarras están allí, como en España, endurecidas por la sílice y a veces salpicadas de chispas de mica; son suaves y satinadas, ya ocráceas, ya moradas, y entre ellas se presentan algunos estratos de grauvacas muy duras que en ocasiones tienen pedacitos de filadio en su masa; es decir, que son rocas completamente análogas a las de la serie que termina en la Alquería de la Vaca, de las que, por tanto, deben suponerse contemporáneas.

Entre el Chanza y el Malagón sobresalen algunas cumbres de cuarcitas; la grauvaca alterna allí con una pizarra más arcillosa que la situada al Norte. A 250 metros al sur de la Casa del Duque hallamos la roca característica de S. Domingos, que se prolonga por esta parte de la provincia española.

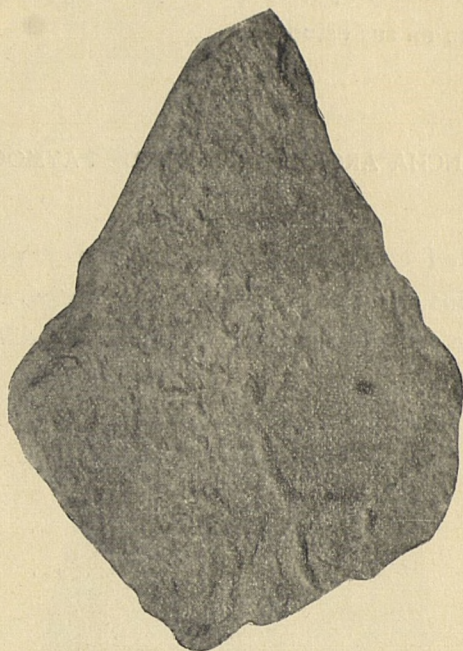
Resulta que en toda esta faja que acabamos de describir hay completa identidad de rocas a ambos lados de la frontera, y su naturaleza y disposición nos induce a atribuir las a la base del paleozoico.

Repetimos que desde el crestón de cuarcitas, cercano a la Casa del Duque hallamos la roca característica de S. Domingos que se prolonga por esta parte de la provincia española, pero al mismo tiempo se advierte cierto cambio en las rocas que ya no son de aspecto tan antiguo, sino que se asemejan más a las de S. Domingos y aun ofrecen indicios ciertos de restos orgánicos.

Por ellas se continúa hasta llegar al carbonífero cortado por asomos hipogénicos; más al sur, antes de la mancha continua del Granado, vuelven a cruzarse las rocas de S. Domingos.

Rocas hipogénicas —Mencionemos ahora los múltiples asomos hipogénicos que se ven en esta parte de la provincia, todos ellos pórfidos de variados colores. El primero, situado al

norte del crestón de cuarcitas cerca de la Romanera (mina de cobre abandonada), es una gran masa de pórfido blanco; crúzase luego otros varios asomos hipogénicos en las varias manchas aisladas de carbonífero que antes citamos, e importa hacer constar, por lo que luego diremos, que *tanto los asomos hipo-*



Siluriano. Casa del Duque, Paymogo (Huelva).

génicos, como las manchitas carboníferas, están señalados con admirable precisión en el mapa de Gonzalo Tarín.

Además, conviene consignar que casi todo el mapa de la provincia de Huelva se halla salpicado de asomos de distintas rocas hipogénicas, mientras que en el mapa de Alemtejo no figura ninguno al sur del macizo arcaico.

Tenemos, pues, al sur de éste una faja paleozoica de aspecto muy antiguo, lo mismo en España que en Portugal y que alcanza hasta la altura de S. Domingos y de la Casa del Duque;

más al sur otra faja de facies más moderna a la que llamaremos de la formación de S. Domingos; aún más al mediodía la formación carbonífera y aparte de ella, en Portugal, el islote de Pomarão, formación francamente devoniana no señalada en Huelva, y en esta provincia muchas manchas hipogénicas que no figuran en el mapa portugués aunque los geólogos lusitanos las mencionan en sus estudios.

MANCHA ARCAICA DEL NO. DE PAYMOGO

Disparidad entre los mapas español y portugués.— Aunque hemos expuesto primero todo lo relativo a las manchas paleozoicas a causa de la mayor complicación y dificultad de su



Siluriano. Diez kilómetros al sur de Paymogo (Huelva).

estudio, el primer punto en que se advierte la disparidad de los mapas, por el orden cronológico de terrenos, es una mancha siluriana que en el mapa español se extiende entre Paymogo y Santa Bárbara y penetra en Portugal; en el mapa portugués falta en absoluto dicha mancha siluriana y toda aquella zona



Siluriano. Al sur de la Alquería de la Vaca, Paymogo (Huelva).

fronteriza se compone exclusivamente de estrato-cristalino, formación que, según veremos, debe extenderse por España.

Un territorio montañoso y deshabitado compone todo aquel rincón de Huelva; es probable que al recorrer el Sr. Gonzalo Tarín aquella delatada provincia, pernoctase un día en Santa Bárbara y otro en Paymogo y marchase de un pueblo a otro por las capas paleozoicas, que más al sur ocupan muchos kilómetros cuadrados y con harta lógica extendiese esta última formación por el mencionado rincón (de unos 100 kilómetros cuadrados) que tal vez dejó sin explorar.

Debe aducirse en su descargo que ninguna diferencia topográfica delata por aquella parte el cambio de terreno y solamente luego de conocido se comprueba que el suelo formado por el estrato-cristalino es más feraz que el correspondiente al paleozoico, diferencia que se advierte lo mismo en los cultivos que en el monte alto o bajo que cubre el terreno.

Puede recorrerse atentamente la comarca sin sospechar que a pocos metros comienza una formación geológica distinta de la que se pisa. Pudiera también decirse para justificar el imperfecto deslinde de la mancha paleozoica que sus estratos inferiores están muy metamorfeados y se componen de pizarras cloríticas, talcosas y micáceas que difieren poco de las arcaicas, pero esta explicación no es aplicable a un observador tan docto y atento como Gonzalo Tarín, y más si se tiene en cuenta que idénticas condiciones concurren en el paleozoico del sur de Paymogo y en el arcaico que en él penetra como un espolón, no obstante lo cual ambas formaciones están muy bien deslindadas.

Forma de la mancha arcaica.—Reconocida detenidamente la comarca, se advierte que el paleozoico queda limitado por el estrato-cristalino a unos 2 kilómetros al NO. de Paymogo, según una línea arrumbada hacia Santa Bárbara de SO. a NE.,

dirección general de las capas en el paleozoico de la región. Corresponde esta mancha al depósito arcaico más meridional de Huelva, que se extiende, sin interrupción, desde el este de la villa de Zufre hasta más allá de Rosal de la Frontera y hacia



Casa de Carabineros, Paymogo (Huelva).

el oeste y ensancha en Portugal, donde la estudiaron Ribeiro y Delgado.

El paleozoico forma un golfo, en que penetra el arcaico al oeste de Paymogo, y al sur de este pueblo se presenta de nuevo un saliente del arcaico, muy bien señalado en el mapa de Gonzalo Tarín.

El tramo superior del estrato-cristalino comienza en la comarca con las micacitas propiamente dichas y continúa con la larga serie de estas rocas, en las que se intercalan las pizarras cloríticas, anfibólicas y talcosas, además de las calizas y otras rocas menos frecuentes; constituyen lo más alto del grupo unas

filitas más arcillosas y menos cristalinas, tan semejantes, a veces, a las de las otras formaciones superiores, que es muy difícil su mutua separación.

En Huelva dificultan aún más el deslinde de estos terrenos las alteraciones producidas por un metamorfismo en los estratos superpuestos al arcaico, que motiva el que se confundan con los de éste; acúsase más la confusión en la comarca metalífera, donde abundan y son mayores los asomos de rocas hipogénicas.

Según afirma Gonzalo Tarín, *las capas paleozoicas concuerdan con las arcaicas*; pero es lo cierto que en esta mancha arcaica, lo mismo sus bancos de micacitas que las inmediatas pizarras paleozoicas, *buzan al norte* y se arrumban al NE.; por tanto, sólo podría haber concordancia existiendo una enorme inversión, difícil de concebir como no se admita la estructura isoclinal. Lo que ocurre, a nuestro juicio, es que en aquella parte las capas paleozoicas que buzán al norte se apoyan en la cabeza de las arcaicas con manifiesta discordancia, que llamaremos tectónica, ya que debe entenderse por concordancia estratigráfica la igualdad de grados de pendiente y dirección entre formaciones en inmediato contacto e inmediatamente superpuestas la una a la otra.

Queda, pues, sentado que en esta zona hay que modificar el mapa español con arreglo al portugués.

CONCLUSIONES

Síntesis de las observaciones de Gonzalo Tarín, Nery Delgado y Pruvost.—Gonzalo Tarín en su minucioso estudio de la provincia de Huelva hubo de fijarse en las pizarras de

nermites relacionándolas con las de graptolitos situadas al norte del macizo arcaico y declaró que en todo el paleozoico situado al sur de ese macizo no logró encontrar más señales de fósiles que los nereites y, en consecuencia, clasificó esa zona de siluriana, apoyándose en los caracteres litológicos y estratigráficos, ya que los paleontológicos eran insuficientes.

La gran variedad y número de las manchas geológicas, sus contornos perfectamente precisados y la representación exacta de los asomos hipogénicos, aun los más reducidos, demuestra que la zona ha sido estudiada con rara perfección.

Es el de Gonzalo Tarín un magnífico trabajo estratigráfico en que, no sin fundamento, se prescinde de las deducciones a que pudieran conducir las observaciones paleontológicas, por lo escasas.

Nery Delgado estudió detenidamente y durante muchos años el paleozoico de Portugal y, lo mismo que Gonzalo Tarín, halló nereites al sur del macizo arcaico de Évora. En el mapa cuya formación dirigió con Riveiro, señaló como siluriana toda la comarca de S. Domingos, pero ya hemos visto las distintas opiniones que mantuvo en el transcurso de su vida sobre la edad de las capas de nereites; en el segundo mapa hecho bajo su dirección y la de Choffat refirió esa zona al devoniano.

Se advierte que los dos mapas portugueses están menos detallados que el de Huelva por la gran extensión de las manchas, la regularidad de sus contornos y la falta de las hipogénicas.

Nery Delgado hizo valiosos estudios paleontológicos de puntos especiales.

Pruvost examinó en París los fósiles que le enviaron de Lisboa; hecha su clasificación y utilizando el corte (indudablemente litológico) del colector, calificó como de niveles famenienses las calizas donde recogió fósiles en el islote de Pomarão y las pizarras con nereites que las acompañan.

Creemos que el estudio de Pruvost se prestaba a motivar y

motivó una exagerada generalización estratigráfica basada en el estudio paleontológico de puntos especiales.

Resumen crítico de las ideas estratigráficas de Delgado y Pruvost.—La faja paleozoica de S. Domingos fué objeto de un estudio minucioso de Nery Delgado, quien no logró resolver las dudas que siempre tuvo acerca de la edad de sus terrenos; consultó con los geólogos especialistas más conocidos de su época, pero éstos le dieron opiniones completamente contrarias, pues las mismas dificultades que Delgado en S. Domingos hallaron ellos en Turingia.

Siempre se inclinó a considerar siluriana la mencionada faja, pero de distinto nivel que el de Barrancos; en sus últimos años no se negaba a admitir que fuese devoniana y en cierta época llegó a afirmar que pudieran existir, lo mismo en la zona de S. Domingos que en la de Barrancos, *fajas silurianas con fósiles devonianos*.

A nuestro juicio, gran parte de estas indecisiones se deben a haber prescindido demasiado de las condiciones estratigráficas y tectónicas, fiándose exclusivamente de las observaciones paleontológicas, determinación mucho más difícil cuando únicamente se cuenta con organismos como los nereites, que sólo determinan las facies y no tienen valor para fijar la edad de un terreno, porque aparecen desde el cambriano hasta las épocas más modernas, y, sobre todo, porque es muy lógico que las facies y sus faunas se repitan en los diversos pisos del paleozoico de una comarca en que están tan concordantes.

Para resolver el problema era indispensable encontrar *dentro de la faja* fósiles diferentes de los nereites y que caracterizasen algún terreno.

Este fué, al parecer, el resultado del estudio de Pruvost sobre los fósiles manifiestamente devonianos; pero en realidad sólo demuestra que *algunas capas* del islote de Pomarão son

famenienses, pues si bien junto a ellas hay nereites, el mismo Pruvost afirma que son distintos de los de S. Domingos, y nosotros añadimos que los estratos de ambas fajas, aunque parecidos, difieren.

En vista de la clasificación que acababa de hacer en los cortes estudiados, insinuó Pruvost que pudiera haber allí *repetidas inclusiones*, pero sin hacerse solidario, en modo alguno, del criterio que condujo años antes a figurar como devoniana toda aquella parte del Alemtejo.

Nuestro juicio sobre la teoría tectónica de Pereira de Sousa.—Amplíemos ahora lo que antes indicamos acerca de nuestra entrevista con Pereira de Sousa, quien, observando la inclusión de devoniano del islote de Pomarão y los puntos aislados de fósiles de igual edad que figura Delgado en su último estudio sobre el siluriano de Barrancos, supone deben ser asomos de fajas devonianas, fundado en que, entre el macizo arcaico de Évora y la faja costera secundaria del Algarve, tal vez exista una serie de pliegues isoclinales que motiven la alternancia de fajitas devonianas, silurianas y del carbonífero con el devoniano; hallamos muy acertada esta hipótesis desde el punto de vista de la tectónica, pero hay otra porción de fenómenos que complican la estructura del suelo, principalmente los asomos hipogénicos, muy abundantes en el mapa de Huelva y que no figuran en el de Portugal, si bien ya hemos dicho que Delgado y la generalidad de los geólogos portugueses, aun cuando no figuraban en sus mapas manchas hipogénicas de poca importancia relativa, las conocían muy bien toda vez que las citaban en sus Memorias; tal ocurre con el gran asomo hipogénico relacionado con el yacimiento cuprífero de S. Domingos.

Creemos que esos múltiples asomos hipogénicos que hay en la comarca son muestra suficiente de su fracturamiento y

explican la interrupción de las inclusiones y el que éstas aparezcan como puntos aislados.

Modificaciones que deben hacerse en el mapa español.—

Resultan indicadas algunas modificaciones en la hoja de nuestro mapa, cuya nueva edición se está preparando, y más adelante podrán figurar otras en ediciones sucesivas, cuando se rectifiquen o ratifiquen nuestras conclusiones mediante estudios más detenidos.

Refiriéndonos a las primeras diremos que desde el macizo arcaico hasta la Casa del Duque todo el suelo es anterior al devoniano y debe señalarse como siluriano lo mismo en España que en Portugal.

Desde la Casa del Duque hasta Valdeviñas se extiende el nivel de las pizarras de S. Domingos y, aunque no negamos que haya incluida alguna faja devoniana, opinamos que hasta que se encuentren bancos con fósiles característicos no procede modificar nuestro mapa y por eso acuñamos la faja devoniana portuguesa al norte del carbonífero de Valdeviñas.

En cuanto a la faja, sin duda devoniana, de Pomarão, la terminamos entre las Isabeles y el Almendro, donde no aparecen las rocas de la formación.

Respecto de las segundas, creemos que en las fajas paleozoicas que ciñen por el norte y el sur el macizo arcaico de Évora se repite la estructura isoclinal y que cuando se complete el estudio alternarán en el mapa una serie de fajas silurianas con otras, muy estrechas, de inclusiones devonianas y, análogamente, en el carbonífero, fajas con frecuencia interrumpidas por asomos hipogénicos.

Ya hoy se advierte esta disposición en el mapa de Huelva de Gonzalo Tarín y en el nuevo del Algarve de Pereira de Sousa.

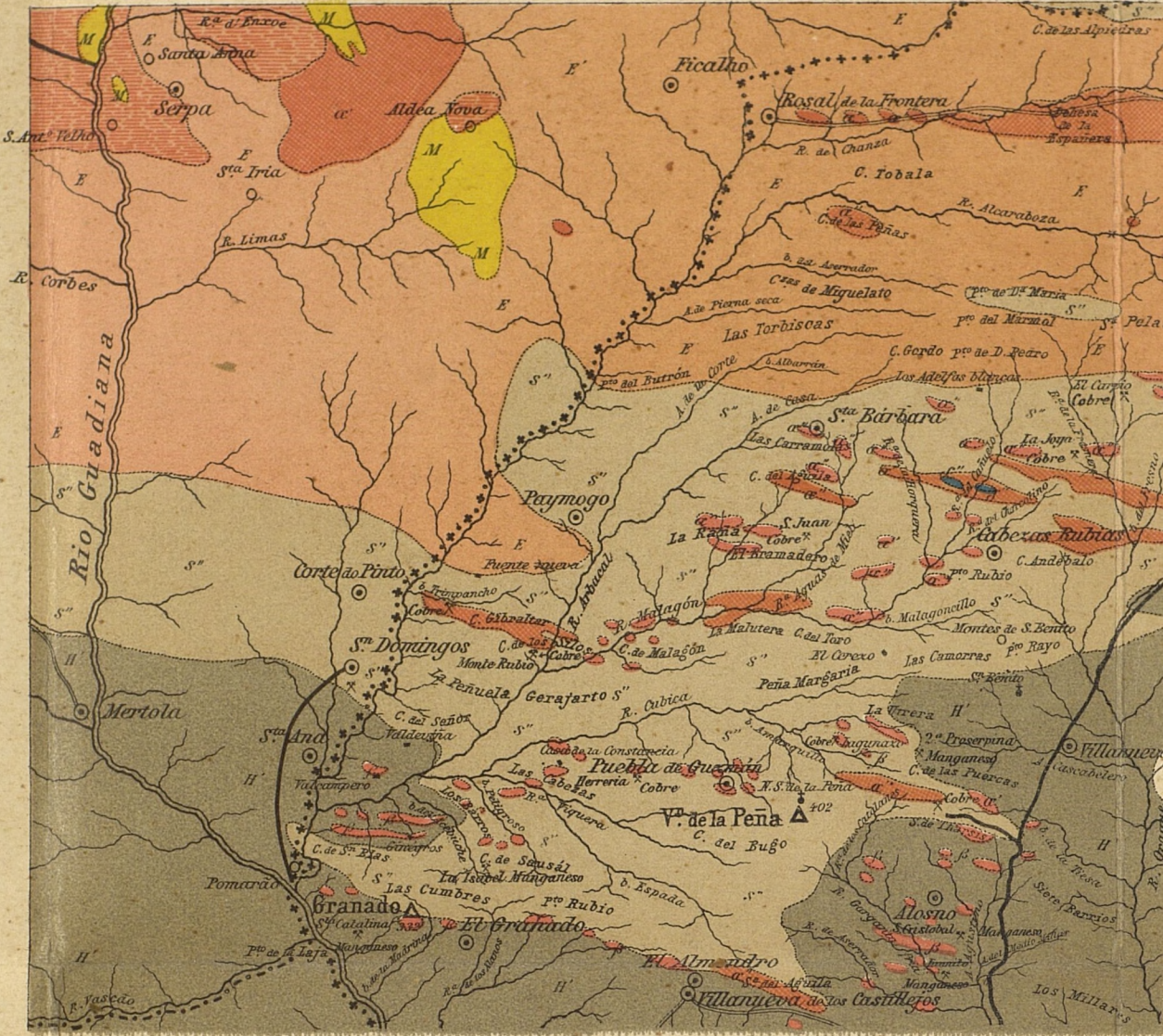
Método que debe seguirse en las ulteriores investigaciones. — En el islote de Pomarão y en la zona de Barrancos se ha determinado la edad devoniana por el hallazgo de fósiles característicos; estos puntos no bastan para deslindar las fajas devonianas y será necesario hallar, por medio de un estudio minucioso de la región, otros puntos fosilíferos que nos permitan efectuar el deslinde.

Únicamente encontrando fósiles característicos de los distintos sistemas paleozoicos podrá llegarse a formar un mapa geológico preciso de tan complicada zona. Los estudios litológicos en terrenos de análoga composición y muy sometidos a intensa acción metamórfica, no podrán resolver el problema y tampoco nos darían mucha luz las observaciones estratigráficas por minuciosas que fuesen, pues no hay que olvidar que a cada paso los estratos están dislocados y su continuidad interrumpida por los frecuentísimos asomos hipogénicos.

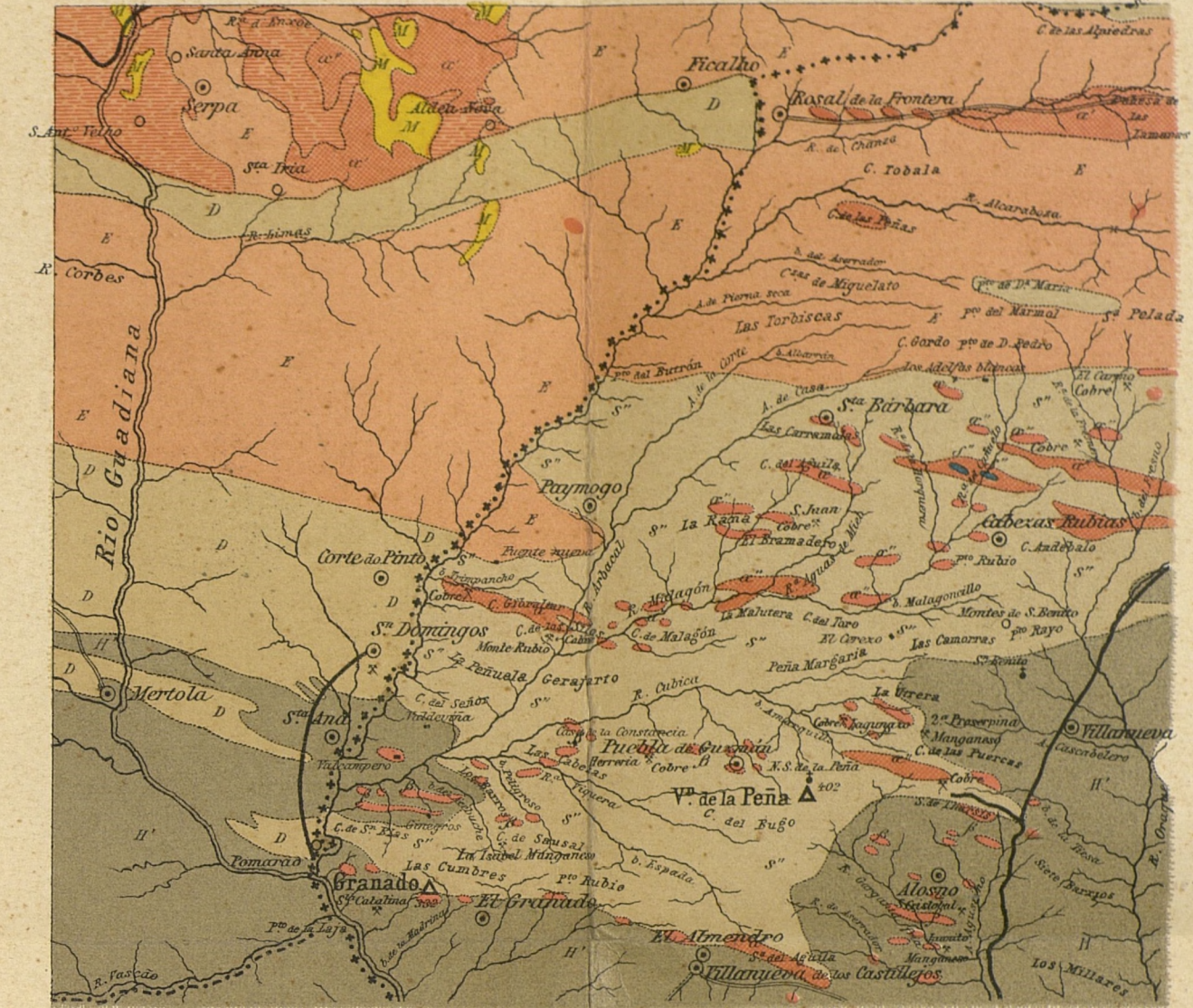
Este estudio, tan interesante para el conocimiento del paleozoico en la frontera de ambas naciones, reuniría la máxima garantía de acierto si se hiciese en colaboración íntima con nuestros amables colegas los geólogos lusitanos.

MANCHAS FRONTERIZAS QUE FIGURAN EN LOS SUCESIVOS MAPAS GEOLÓGICOS.

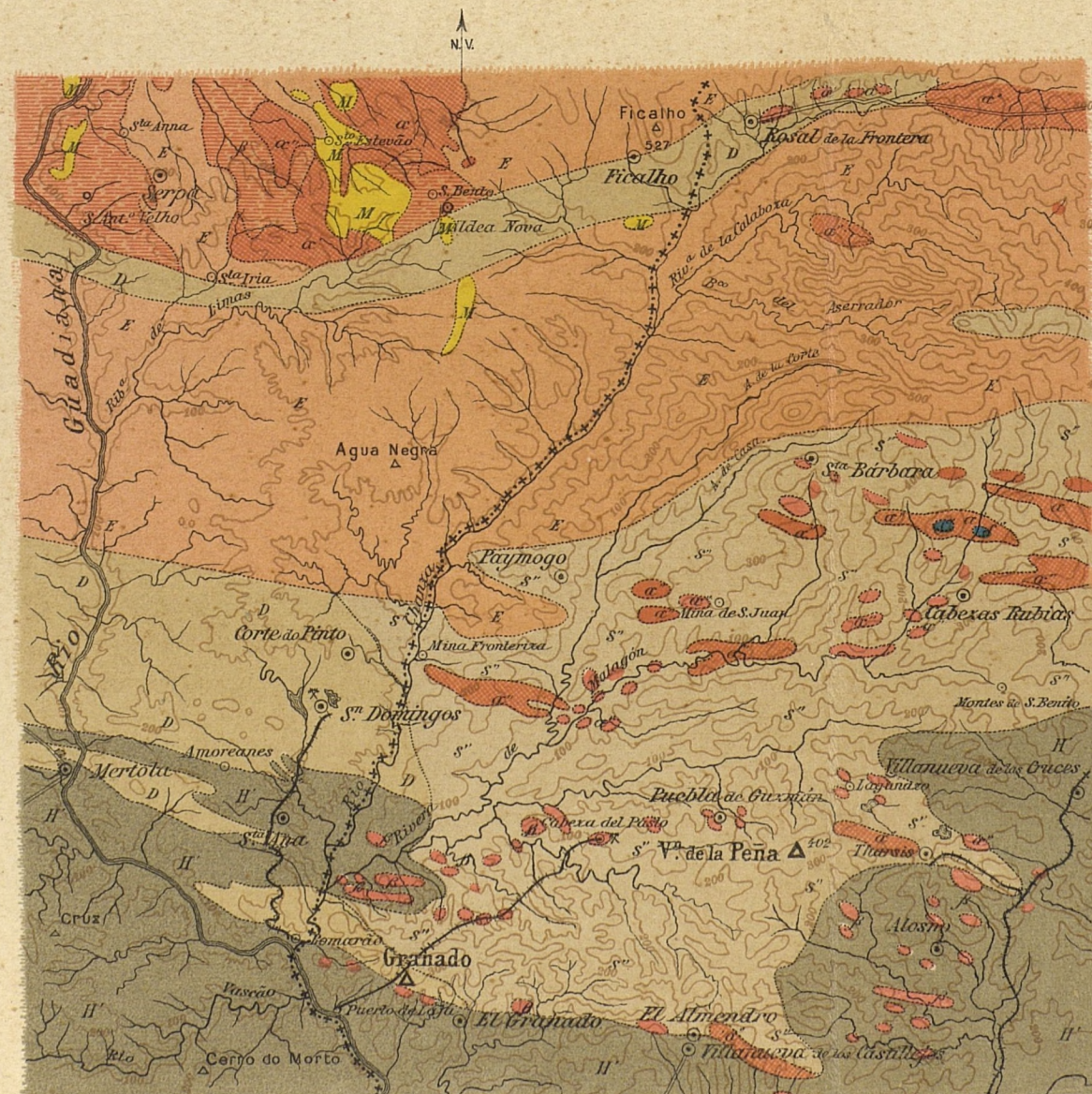
MAPA DE LA ZONA ANTES DE 1899



DISPARIDAD DE LOS MAPAS PORTUGUÉS DE 1899 Y ESPAÑOL DE 1893.



MAPA ACTUAL DE LA ZONA FRONTERIZA



LOS LÍMITES DE LAS MANCHAS ARCAICAS Y PRIMARIAS EN LOS CONFINES DE LA PROVINCIA DE HUELVA CON EL ALEMTEJO EN PORTUGAL

Por D. Enrique Dupuy de Lôme y D. Pedro de Novo
Ingenieros de Minas

EXPLICACIÓN

- | | | |
|----|----------------------|-----------------------|
| M | Mioceno. | Basaltos, & |
| II | Carbonífero inferior | Dioritas, diabasas, & |
| D | Devoniano | Pórfidos |
| S | Siluriano superior | Granitos |
| F | Estrato cristalino | |

ESCALA DE 1:400.000
Equidistancia de las curvas 100 m.

2619