

Los criterios obtenidos hasta el presente pueden complementarse mediante trabajos de campo más detallados, que comprenden el análisis estadístico de las estructuras por observaciones de rumbo y buzamiento en localidades distribuidas al azar; un desmuestre, igualmente estadístico, con el fin de determinar la presencia o no del mineral coesita; una búsqueda intensiva de estructuras diagnósticas de impacto, como conos de fracturas, y un desmuestre y estudio petrográfico detallado para determinar los contrastes que puedan existir entre las rocas del borde y la depresión central de la estructura.

El escaso desarrollo del perfil de suelos en el valle de Sabana Nueva, hace poco recomendable la investigación por métodos geoquímicos en la localidad.

Las mejores perspectivas para despejar el posible origen de la estructura estarían en el empleo de métodos geofísicos seguidos, en caso conveniente, por sondeos.

La presencia comprobada de nódulos ricos en magnetita hace temer que los métodos magnéticos puedan proporcionar resultados espurios.

La localidad es objeto, en el presente, de la ejecución de un programa de levantamientos geofísicos por métodos aéreos. Los resultados de esos estudios no están aún disponibles, pero es de esperarse que suministren criterios adicionales, que permitan dilucidar el origen de la estructura, y si éste está o no relacionado con procesos metalogénicos.

BIBLIOGRAFIA

- AGARD, A. (1960). "Les carbonatites et les roches a silicates et carbonates associes du massiv du Tamazert et les problemes de leur genese", *XXI Int. Geol. Cong.* Part. XIII, pp. 228-238. Copenhagen.
- BUCHER, W. H. (1933). "Criptovolcanic Structures in the United States", *XVI Int. Geol. Cong.*, Report, pp. 1.055-1083, Washington.
- . (1963). "Cripto-explosion Structures", *Amer. Jour. Sci.*, 261:597-649.
- COOK, P. J. (1968). "The Grosses bluff Cryptoexplosion Structure", *Journal of Geology*.
- DAWSON, J. (1962). "Basutoland Kimberlites", *Geol. Soc. Amer.*, Bull., 73:545-560.

- DIETZ, R. S. (1960). "Meteorite Impact Suggested by Shatter Cones Inrock", *Science*, 131:1781-1784.
- . (1961). "The Vredefort Ring: Meteorite Impact Structure", *Journal of Geology*, 69:499-516.
- . (1964). "Sudbury Structure as an Astrobleme", *Journal of Geology*, 27:412-433.
- FAWLEY, A. P. & JAMES, T. C. (1955). "Apyrochlore Carbonatite in Southern Tangayika", *Economic Geology*, 50(6):571-585.
- HAGER, D. (1953). "Crater Mound, Arizona, a Geologic Feature", *Amer. Assoc. Pet. Geol.*, Bull., 37:821-837.
- INNES, M. (1961). "The use of Gravity Methods to Study the Underground Structure of Meteoritic Craters", *Journal for Geophysical Research*, 66:2.225-2.239.
- MARTIN, H., MATHIAS, M. & SIMPSON, E. (1960). "The Damaraland Subvolcanic Ring Complexes", *XXI Int. Geol. Cong.*, Report. Part XIII, pp. 156-164, Copenhagen.
- MC CANDLESS, J. C. (1965). "Reconocimiento de la región noroccidental del Estado Bolívar", *Bol. Geol.*, Caracas, 7(13): 19-28.
- . (1966). "Geología general de la parte septentrional del Escudo de Guayana en Venezuela", *Bol. Geol.*, Caracas, 8(15):140-153.
- MENDOZA, V. (1972). "Geología del área del río Suapure, Edo. Bolívar", *IX Conf. Geol. Inter-Guayanas, Bol. Geol., Public. Esp.* 6, pp. 306-338.
- MENÉNDEZ, A. (1968). "Revisión de la estratigrafía de la Provincia de Pastora, según el estudio de la región de Guasipati, Guayana Venezolana", *Bol. Geol.*, Caracas, 10(19):309-338.
- RÍOS, J. H. (1972). "Geología de la región de Caicara, Edo. Bolívar", *IV Cong. Geol. Venez., Memoria, Tomo III, Bol. Geol., Publicación Especial N° 5*, pp. 1759-1782.
- SCHWARCK, A. & MANISTRE, B. (1971). "Estudio fotogeológico de la parte occidental del Dto. Cedeño, Edo. Bolívar", *CODESUR*, Informe inédito.
- SHOEMAKER, E. M. (1960). "Penetration Mechanics of High velocity Meteorites, Illustrated by Meteor Crater, Arizona", *XXI Int. Geol. Cong.*, Report. Part. XVIII, pp. 418-434.

UNA DENTICION DE TIPO PYCNODONTIFORME DEL PALEOZOICO SUPERIOR DE LOS ANDES DE VENEZUELA

Por Teresa M. Sánchez

Escuela de Geología y Minas
Universidad Central de Venezuela
Apartado 50926, Caracas 105

y
Gianluigi Benedetto

División Exploraciones, Dirección de Geología
CSB, Torre Norte, Piso 19
Ministerio de Energía y Minas

(Recibido en febrero de 1978)

R E S U M E N

En rocas de edad Paleozoica superior del norte de los Andes venezolanos se halló una dentición de tipo pycnodontiforme. Este resto está asociado a una fauna de invertebrados marinos indicadores de una edad Pensilvánica superior-Pérmica inferior. La dentición consiste en cuatro hileras de dientes trituradores. Los caracteres morfológicos de la misma no difieren de aquellas que presentan los pycnodontiformes. Sin embargo, la edad paleozoica de este resto no es congruente con el registro geológico de los pycnodontiformes, quedando planteado el problema de sus afinidades. Algunas alternativas razonables, aunque altamente especulativas son consideradas en este trabajo.

A B S T R A C T

A Pycnodont-like dentition from the Upper Paleozoic of Venezuelan Andes

A pycnodont-like dentition is found in the Upper Paleozoic rocks of the northern Venezuelan Andes. This fossil is associated with a marine invertebrate fauna of Upper Pennsylvanian-Lower Permian age. The dentition consists of four rows of crushing teeth. The morphological features of the teeth do not differ from those of the pycnodontids. However, the Upper Paleozoic age of this remain is not congruent with the geological record of the pycnodontids and the problem of their affinities is posed. Some possible alternatives, highly speculative, are discussed briefly.

INTRODUCCION

En rocas de edad Paleozoica superior de la región norte de los Andes venezolanos se halló una dentición casi completa, morfológicamente indiferenciable de las que poseen los peces del Orden Pycnodontiformes. Los estratos portadores de este resto contienen una bien documentada fauna de invertebrados marinos que indican una edad Carbónico superior-Pérmica. Resulta altamente llamativa la presencia de una dentición de este tipo en estratos de tal antigüedad por cuanto, como se sabe, los primeros representantes de este orden se registran sólo a partir del Triásico superior.

Si el resto considerado pertenece realmente a este grupo de peces, ello implicaría ampliar considerablemente su biocron. Por otra parte, por tratarse de un grupo de peces ecológicamente muy especializados, su diferenciación en el Paleozoico superior conduce necesariamente a replantear su filogenia. Si bien uno de los caracteres más diagnósticos de este orden es su peculiar dentición, a juicio de los autores un ejemplar fragmentario no constituye una base suficiente para propor-

cionar una respuesta definitiva a los distintos problemas que plantea este hallazgo. Algunas alternativas posibles, altamente especulativas, serán consideradas al final de esta entrega.

UBICACION GEOGRAFICA Y ESTRATIGRAFICA DEL MATERIAL

El material descrito proviene de la región norte del Estado Trujillo, a aproximadamente 16 km al oeste de la localidad de Carache. Los niveles portadores afloran sobre la carretera que une esta localidad con la de Agua de Obispo (Fig. 1).

Los caracteres estratigráficos y paleontológicos de las rocas paleozoicas aflorantes en esta zona fueron dados a conocer recientemente (BENEDETTO y ODREMAN, 1977). Para los fines del presente trabajo analizaremos someramente la sección estratigráfica expuesta entre Carache y Agua de Obispo y algunas características de la fauna asociada con el resto en estudio.

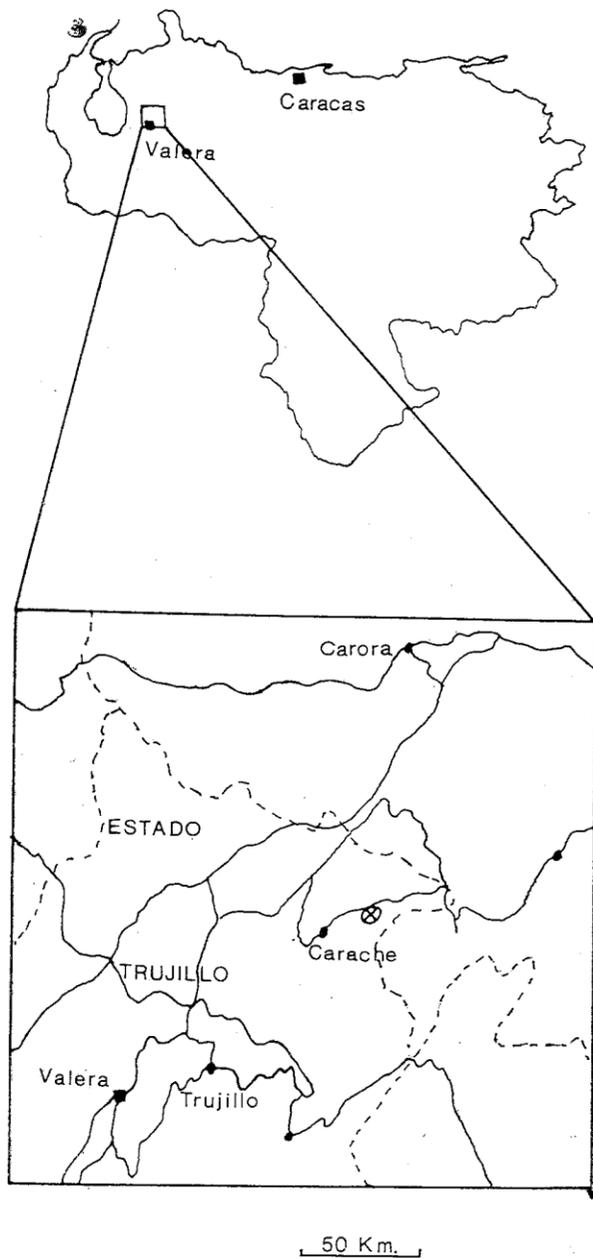


Figura 1: Mapa de localización de los afloramientos (señalados con una x)

La secuencia paleozoica en esta región es muy potente, e infrayace en discordancia angular rocas de edad Cretácica inferior (Formación Río Negro). Esta unidad paleozoica aún no ha sido referida a alguna de las formaciones conocidas para este sector de los Andes por cuanto, como se destaca en el trabajo mencionado (BENEDETTO y ODREMAN, *op. cit.*: 265), presenta importantes diferencias litológicas con las formaciones Palmarito, Sabaneta y Mucuchachí.

Desde el punto de vista litoestratigráfico la sección se ha subdividido en un miembro arenoso (inferior) y un miembro lutáceo (superior). El miembro inferior, de aproximadamente 2.800 metros de espesor, se compone de una secuencia de areniscas arcósicas de grano fino a mediano, de color pardo-rosado, localmente grises, con frecuentes inter-

calaciones de lutitas amarillentas, pardas y rosadas. Cerca de la parte media de esta unidad se han hallado niveles plantíferos portadores de una flora muy rica y variada, integrada principalmente por *Pecopteris* sp., *Neuropteris* sp., *Sphenophyllum* sp. cf. *S. cuneifolium* (Sternberg), *Annularia* sp. cf. *A. stellata* (Schlotheim), *Cordaites* sp., cf. *C. principalis* y raros ejemplares de *Rhacopteris* sp. Las pecopterideas son comparables a *P. plumosa* y *P. serrulata*. El género *Neuropteris* está representado por especies afines a *N. auriculata* y *N. tenuifolia*. Este elenco florístico (BENEDETTO y ODREMAN, *op. cit.*: 268), comprende diversos taxa característicos de la Zona 7 de la zonación floral del Paleozoico de América del Norte (READ y MAMAY, 1964), referida al Atokiano y base del Desmoinesiano (Pensilvánico medio).

El miembro lutáceo superior, de aproximadamente 700 metros de espesor, está constituido principalmente por lutitas y lodolitas color gris oscuro, lutitas arcillosas verde-grisáceas y areniscas finas pardo-amarillentas. En numerosos niveles de este miembro se presentan fósiles marinos, a menudo acumulados en delgados lentes constituyendo coquinas. Como puede observarse en la columna estratigráfica (Fig. 2) la dentición dada a conocer en este trabajo proviene del tercio superior de este miembro, en niveles de lutitas grises. Asociados con este resto se han hallado numerosos ejemplares de *Lingula* sp., y algunos nuculanidos (*Phestia*), y en niveles inmediatamente infra y suprayacentes se presenta una variada fauna de moluscos entre los que se han identificado los géneros *Myalina*, *Aviculopecten*, *Paleyoldia*, *Murchisonia* y *Bellerophon*. Esta fauna de invertebrados está integrada por formas longevas y, por lo tanto, poco útiles para discriminar si se trata de estratos de edad Carbónica o Pérmica. Pero existen evidencias adicionales que permiten precisar en mayor medida la edad de los niveles portadores de la dentición:

1) Por la posición suprayacente a los niveles plantíferos mencionados y teniendo en cuenta el considerable espesor de sedimentos que separa a ambos niveles, es lógico postular una edad no más antigua que Pensilvánico superior para el miembro lutáceo (BENEDETTO y ODREMAN, *op. cit.*: 268).
 2) Si se analizan desde el punto de vista regional las características de la cuenca del Paleozoico superior en el norte de los Andes de Venezuela, parece muy probable que los niveles marinos del miembro superior representen una facies de borde de dicha cuenca. Las características litológicas y faunales sugieren que los niveles portadores de la dentición descrita se depositaron en aguas muy someras; hacia el oeste, por el contrario, se depositaron las secuencias de pelitas y calizas que caracterizan a la Formación Palmarito, portadoras de una fauna de invertebrados marinos característicos de la región bética sublitoral (aguas de la plataforma continental, hasta más de 100 metros de profundidad). Desde el punto de vista de la edad, la Formación Palmarito en el área de Carache se extiende desde el Pensilvánico superior hasta el Pérmico medio (Guadalupiano). En conclusión, con las evidencias paleontológicas disponibles y las evidencias estratigráficas regionales, los autores consideran que la edad de los niveles de procedencia del material en estudio puede ser fijada como Pensilvánica más superior a Pérmica inferior (eventualmente Pérmico medio).

CARACTERES PALEOECOLOGICOS DE LA FAUNA ASOCIADA

Uno de los autores de la presente entrega analizó desde el punto de vista paleoambiental la sección estratigráfica de Carache-Agua de Obispo (BENEDETTO y ODREMAN, *op.*

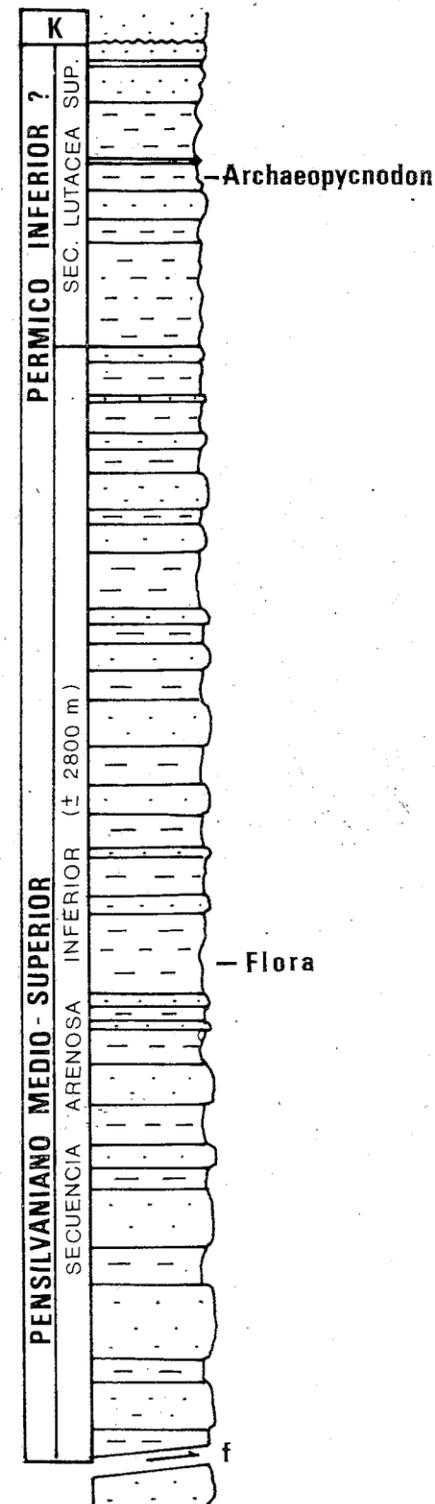


Figura 2: Sección estratigráfica aflorante en la carretera Carache-Agua de Obispo, Edo. Trujillo. Tomada de BENEDETTO y ODREMAN, 1977

cit.: 273), concluyendo que en el miembro lutáceo superior están representadas por lo menos dos comunidades fósiles, estrechamente relacionadas la una con la otra. En la mayoría de los niveles se presenta una típica Comunidad de *Myalina*, caracterizada por muy frecuentes bivalvos myalínidos, aviculopectínidos y nuculanidos, y gastrópodos de los géneros *Murchisonia* y *Bellerophon*. Localmente se presentan niveles con dominancia de bivalvos heterodóntidos, probablemente correspondientes al género *Permophorus*. En los mismos niveles estratigráficos en que se halló la dentición tipo pycnodontiforme se presentan abundantes ejemplares de *Lingula* y algunos bivalvos nuculanidos (*Paleyoldia*, *Phestia*), conformando una asociación algo diferente de la previamente descrita, la que fue denominada "Comunidad de *Lingula*" (BENEDETTO y ODREMAN, *op. cit.*: 273). En líneas generales, el miembro superior de esta unidad presenta una marcada uniformidad en las macrofaunas de invertebrados, y tanto la Comunidad de *Myalina* como la Comunidad de *Lingula* se caracterizan por (1) la absoluta ausencia de braquiópodos articulados, briozoos, trilobites y corales, y (2) la presencia de asociaciones de bivalvos, gastrópodos y braquiópodos inarticulados. Como se sabe, este tipo de comunidades fósiles son características de aguas marinas de salinidad variable situadas en el perfil batimétrico dentro de la zona sublitoral interna o aun en la zona litoral (intertidal), a una profundidad que difícilmente excedió los 10-15 metros (ELÍAS, 1937; CRAIG, 1952; BRETSKY, 1969; STEVENS, 1966). Como se verá posteriormente, es muy significativa la presencia de este tipo de peces en niveles marinos costeros, por cuanto ese ha sido el ambiente en el que proliferaron los pycnodontiformes durante el largo tiempo en que este grupo se desarrolló.

SISTEMATICA Y DESCRIPCION

Clase Osteichthyes
 Subclase Actinopterygii
 Orden Pycnodontiformes

Archaeopycnodon riveroi gen. et sp. nov.
 Lám. I; Fig. 3 A, A'

HOLOTIPO: Una dentición fragmentaria, MPV-001, depositada en la colección de paleontología de vertebrados de la División de Exploraciones Geológicas del Ministerio de Energía y Minas.

PROCEDENCIA: 15 km al oeste de la localidad de Carache (Edo. Trujillo). Niveles ubicados en el tercio superior del miembro lutáceo superior, de una unidad litoestratigráfica innominada, posiblemente facies lateral de la Formación Palmarito.

EDAD: Pensilvánico superior a Pérmico inferior.

DERIVACION DEL NOMBRE: El nombre específico ha sido dado en honor a la doctora Frances Charlton de Rivero, profesora de la Escuela de Geología y Minas de la Universidad Central de Venezuela, recientemente fallecida.

DESCRIPCION

El único ejemplar hallado consiste en el molde externo de una dentición parcialmente completa formada por varias series de dientes planos, trituradores, en algunos de los cuales se conservan fragmentos del esmalte y la dentina.

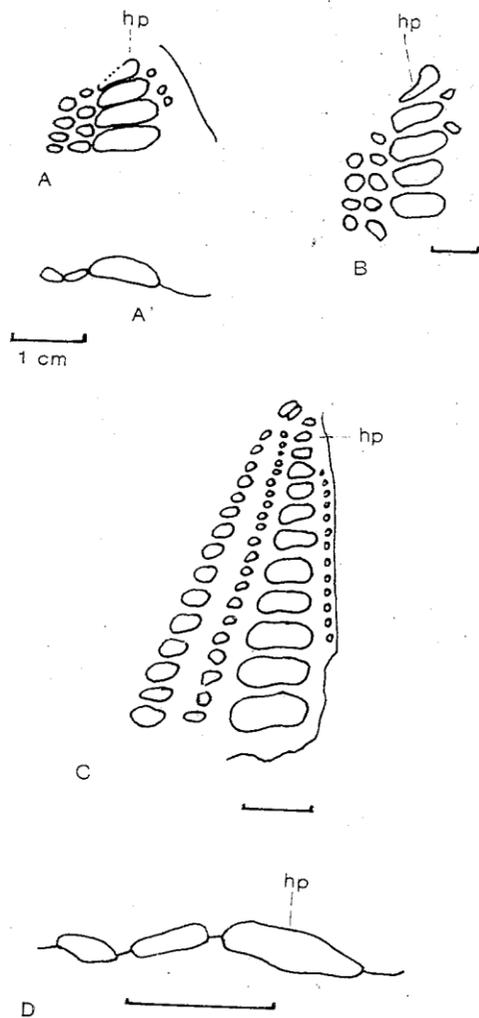


Figura 3: A, *Archaeopycnodon riveroi*, gen. et sp. nov., esquema del plano de masticación; A', *ibid.*, vista posterior. B, *Coelodus inaequidens* (tomado de WOODWARD, 1893), dentición esplenial izquierda. C, *Microdon itieri* (tomado de de SAINT SEINE, 1949), dentición esplenial izquierda. D, *Coelodus ioncoensis* (tomado de BENEDETTO y SÁNCHEZ, 1972), pista posterior de la dentición esplenial izquierda. hp: hilera principal

Los dientes se disponen en cuatro hileras subparalelas ligeramente convergentes hacia delante. Pueden reconocerse una hilera principal, formada por dientes de mayor tamaño, dos hileras secundarias constituidas por dientes pequeños y una hilera accesoria (Fig. 3 A). Estas hileras no se ubican sobre el mismo plano, por cuanto la hilera de dientes principales está sobreelevada con respecto a las dos hileras secundarias. En la figura 3 A' puede verse una sección transversal a la superficie de masticación.

Los dientes de la hilera principal son subrectangulares, elongados transversalmente. El ancho es aproximadamente tres veces mayor que el largo. La superficie es lisa, aunque esto puede ser debido al desgaste.

Las dos hileras secundarias llevan cuatro dientes cada una, semejantes entre sí. Son de contorno redondeado, ligeramente elongados transversalmente y su tamaño es aproximadamente un tercio del ancho de los dientes de la hilera principal. Al

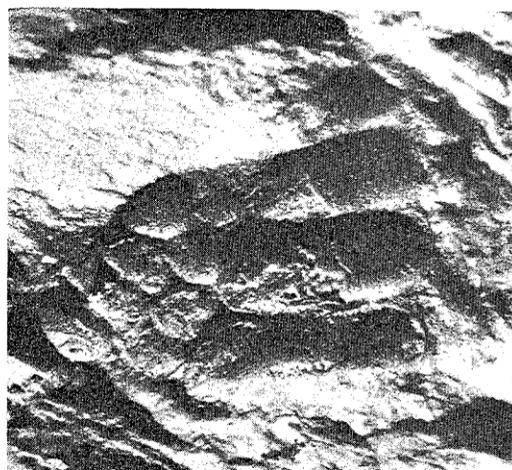


Lámina I: *Archaeopycnodon riveroi* gen. et sp. nov. Molde del ejemplar MPV-001. (x 3)

igual que en éstos la superficie carece de ornamentación. Estas dos hileras se disponen a la izquierda de la hilera principal.

En la parte más anterior y a la derecha de la hilera principal se alinean tres pequeños dientes cónicos, subcirculares, constituyendo la hilera accesoria.

A excepción de los dientes de la hilera accesoria, los restantes son dientes chatos, indicadores de hábitos trituradores.

COMPARACIONES

La semejanza entre la forma descrita y las denticiones de los pycnodontiformes es notable, tanto en los caracteres morfológicos generales (tamaño, disposición de los dientes, simetría, etc.), como en los detalles particulares (p. ej., desgaste de las coronas dentarias). En la figura 3 se representa la dentición de *Archaeopycnodon* y las de algunas formas de pycnodontiformes. Por otra parte, no se ha logrado identificar carácter alguno que señale diferencias básicas ni accesorias con denticiones de pycnodontiformes.

En los puntos siguientes se resume el análisis comparativo de *Archaeopycnodon* con las denticiones de algunos representantes del Orden Pycnodontiformes: 1) El tamaño de la dentición corresponde a la talla promedio normal de los

pycnodontiformes; 2) El número de hileras dentarias, así como las proporciones entre los elementos de la hilera principal, secundarias y accesoria, son coincidentes con los que presentan varios géneros de pycnodontiformes (*Coelodus*, *Microdon*). Este plan de disposición de los dientes corresponde a denticiones que, en los pycnodontiformes, se ubican sobre los huesos espleniales (en el caso del ejemplar aquí descrito se trataría de una dentición esplenial izquierda); 3) En vista transversal al plano de masticación (Fig. 3 A') el perfil de la dentición estudiada muestra que la hilera principal se sitúa en un plano más elevado que los restantes y ligeramente inclinado. Las dos hileras secundarias se disponen en planos convergentes de modo que forman entre sí una V muy abierta. Tal disposición es típica de los pycnodontiformes y responde a causas morfológico-funcionales relacionadas con la mecánica de masticación de estos peces; 4) Como consecuencia de la fricción entre las denticiones inferiores (espleniales) y superior (vomarina) en los pycnodontiformes se produce un marcado desgaste de las coronas. En la hilera principal el mayor desgaste se verifica en la parte interna de los dientes anteriores, disminuyendo gradualmente hacia los posteriores (ver BENEDETTO y SÁNCHEZ, 1972, lám. 1, Fig. 1). En *Archaeopycnodon* el área desgastada es la misma y por esta razón es lícito suponer que la mandíbula superior de este pez debió llevar una dentición similar, si no idéntica, a las denticiones vomerinas de los pycnodontiformes. 5) Existen evidencias de que los dientes de *Archaeopycnodon* estaban situados sobre un elemento óseo del cual se conservan fragmentos en la región contigua a la hilera principal, los que podrían interpretarse como remanentes del hueso esplenial. 6) Finalmente, y como evidencia adicional, es importante remarcar una posible semejanza en los requerimientos ecológicos de *Archaeopycnodon* y los pycnodontiformes. En este sentido cabe recordar que los pycnodontiformes fueron peces que habitaron aguas someras y calmas, como es el caso de la abundante fauna de estos peces hallada en Cerín (SAINT SEINE, 1949) y en Salta (BENEDETTO y SÁNCHEZ, 1971), para citar sólo algunos ejemplos. Como se vio en el punto anterior, la fauna asociada con *Archaeopycnodon* señala un ambiente de sedimentación de aguas muy someras, sobre todo por la presencia de abundantes ejemplares de *Lingula*.

DISCUSION

De lo expuesto anteriormente se hace evidente que el hallazgo de la dentición tipo pycnodontiforme aquí descrita plantea un problema de difícil resolución. La complejidad del mismo radica en que *Archaeopycnodon* es una forma con el mismo nivel de especialización que las que aparecen en el Mesozoico, a pesar de su antigüedad notable.

Existen diversas alternativas posibles para intentar explicar la presencia de este tipo de dentición en el Paleozoico superior. Básicamente se pueden elaborar tres hipótesis, dentro de las limitaciones que impone la precariedad del material disponible: 1) Se trata de un verdadero pycnodontiforme diferenciado muy tempranamente de algún antecesor condrosteo; 2) Se trata de un grupo de condrosteos que se encuentra en la línea filogenética que conduce directamente a los pycnodontiformes; y 3) Se trata de un condrosteo no relacionado filogenéticamente con los pycnodontiformes, que desarrolló en forma paralela denticiones idénticas a las de este orden. Consideraremos brevemente a cada una en particular.

1) El principal argumento a favor de esta primera hipótesis es, como se destacó en el análisis comparativo, la

completa identidad existente entre la dentición de *Archaeopycnodon* y las de los pycnodontiformes. Si se analiza la historia evolutiva de este orden se advierte que presenta una gran constancia morfológica desde su aparición en el Triásico superior hasta su extinción en el Eoceno (SAINT SEINE, *op. cit.*: 103). Durante este extenso lapso de tiempo, que abarcó alrededor de 170 millones de años, el patrón básico de las denticiones se mantuvo uniforme, con sólo variaciones menores en el número de hileras y proporción de los dientes. Por esta razón, las denticiones de los pycnodontiformes constituyen el rasgo más característico y diagnóstico de este orden y son el elemento esencial para su sistemática (WENZ, 1972: 426). Por otra parte, hay que remarcar que los primeros pycnodontiformes conocidos (*Eomesodon hoeferi*) poseían ya una dentición tan especializada como las de los representantes posteriores. Por consiguiente, podría suponerse que este orden ya estuviera diferenciado como tal desde el Paleozoico superior y que no hubiera sufrido cambios importantes hasta el Mesozoico. Sin embargo, la ausencia de hallazgos en el Paleozoico tardío y en el Triásico inferior y medio —y por lo tanto de nexos entre *Archaeopycnodon* y los pycnodontiformes del Triásico superior— es una evidencia negativa importante que debe ser tenida en cuenta al considerar esta hipótesis. Una consecuencia que se desprende del presente planteo es que si en el Permo-Carbónico ya se había diferenciado el Orden Pycnodontiformes tal como lo conocemos en el Mesozoico, los antecesores de estas formas especializadas deben buscarse necesariamente en el Pensilvánico o, aun, en el Misisípico superior. En este caso habría que admitir una diferenciación muy temprana de este grupo a partir de condrosteos generalizados del Devónico o Carbónico inferior. Ello no estaría en total acuerdo con lo que se conoce hasta el presente acerca de la evolución de los actinopterigios, sobre todo si se tiene en cuenta que los pycnodontiformes presentan en su esqueleto poscranial algunos caracteres (p. ej., caudal heterocerca reducida) que los ubican dentro del "estado" subholósteo (RAYNER, 1940; SAINT SEINE, *op. cit.*; WOODWARD, 1940) o aun holósteo (ROMER, 1968; WENZ, *op. cit.*). Muchos autores postulan su origen a partir de los holósteos generalizados del tipo *Lepidotes* (HENNING, 1906), de pre holósteos tales como *Bobastrania* (WOODWARD, *op. cit.*) o de pre holósteos generalizados del Triásico inferior y medio (SAINT SEINE, *op. cit.*). En líneas generales se advierte que muchos de los autores que se han ocupado del tema admiten que los pycnodontiformes representan una especialización tardía surgida de antecesores pre holósteos u holósteos triásicos. En consecuencia, resulta difícil conciliar con los esquemas evolutivos actuales una diferenciación tan temprana de este orden.

2) Los actinopterigios que dominaron los mares del Carbónico y Pérmico inferior fueron los condrosteos, los que estaban representados por diversas familias de paleoniscoideos y platysomoideos. Dado que *Archaeopycnodon* ha sido hallado en rocas de esa edad, se plantea la posibilidad de que esta dentición pueda corresponder a un pez situado estructuralmente al nivel de los condrosteos, aunque provisto de una dentición altamente especializada. Entre las formas Permo-carbónicas conocidas hasta el presente, las familias Platysomidae y Chirodontidae poseían un cuerpo fuertemente comprimido lateralmente y hábitos probablemente similares a los de los pycnodontiformes. No puede descartarse en el presente análisis la posibilidad de que *Archaeopycnodon* represente la dentición de algún platysomoideo. Cabe recordar que este grupo de peces condrosteos ya fue considerado por algunos autores como el antecesor directo o indirecto de los

pseudodontiformes. De acuerdo con la alternativa que aquí se plantea, puede suponerse que los platysómidos habrían desarrollado tempranamente una dentición tipo pseudodontiforme, experimentando durante el Permian superior una serie de transformaciones en su estructura hasta diferenciar a fines del Triásico el conjunto de caracteres que definen el Orden Pseudodontiformes. Esta alternativa, sin embargo, presenta el inconveniente de que los platysómidos carecen de la especialización craneal que necesariamente traería aparejada la adquisición de una dentición "tipo pseudodontiforme". En este sentido parece claro que la especialización de la región bucal de los pseudodontiformes jugó un importante papel en las transformaciones que se observan en el cráneo de estos peces: reducción de las osificaciones circunorbitales, desaparición completa de los maxilares, gran desarrollo del preopercular a expensas de la reducción y/o desaparición de los otros huesos operculares (SAINT SEINE, *op. cit.*: 104).

3) No se ha querido descartar en este somero análisis la posibilidad de que *Archaeopseudodon* pueda ser una forma filogenéticamente desvinculada de los pseudodontiformes. Es frecuente en muchos grupos de organismos que la necesidad de resolver determinados problemas de carácter adaptativo se traduzca en soluciones semejantes que dan por resultado el desarrollo de estructuras funcional y morfológicamente similares. Entre los peces, este fenómeno se presenta a menudo en formas no emparentadas pero que poseen hábitos semejantes, y sin duda un buen ejemplo de ello lo constituye el desarrollo de dientes trituradores en diversos grupos, tales como los batoides, los bradiodontes, los dipnoos y los pseudodontiformes. Sin embargo, el plan estructural de las denticiones de cada uno de estos grupos presenta características propias que las hace fácilmente diferenciables. Dado que no se han podido constatar diferencias entre *Archaeopseudodon* y la dentición de los pseudodontiformes, parece altamente improbable que un grupo de peces no actinoptéridos haya podido desarrollar una dentición de esta naturaleza. A juicio de los autores, tampoco parece plausible la hipótesis de que se trate de un caso de paralelismo dentro de los actinoptéridos.

Los autores son conscientes de que este análisis queda en el terreno especulativo hasta tanto se encuentren restos poscraneales asociados a denticiones del tipo de *Archaeopseudodon*. No obstante, a nuestro juicio, es la primera hipótesis la que se ofrece como alternativa más probable y es la única que explicaría la completa identidad entre *Archaeopseudodon* y las denticiones de los pseudodontiformes. En consecuencia, este orden se habría separado tempranamente del tronco primitivo condrosteo, evolucionando en forma independiente desde el Carbónico hasta su extinción en el Eoceno.

BIBLIOGRAFIA

- BENEDETTO, G. y SÁNCHEZ, T. (1971). "El hallazgo de peces Pseudodontiformes (Holostei) en la Formación Yacoraité (Cretácico superior) de la Provincia de Salta, Argentina, y su importancia paleoecológica". *Acta Geol. Lilloana*, 11(8):151-176; Tucumán.
- . (1972). "*Coelodus toncoensis* nov. sp. (Pisces, Holostei, Pseudodontiformes) de la Formación Yacoraité (Cretácico superior) de la Provincia de Salta". *Ameghiniana*, 9(1): 59-71; Buenos Aires.
- BENEDETTO, G. y ODREMAN, O. (1977). "Bioestratigrafía y paleoecología de las unidades Permocarbónicas aflorantes en el área de Carache-Agua de Obispo, Edo. Trujillo". *Mem. V Congr. Geol. Venezolano*, 1:253-288; Caracas.
- BRETSKY, P. W. (1969). "A evolution of Paleozoic benthic marine invertebrate communities". *Paleogeogr., Paleoclim., Paleocool.*, 6:45-59.
- CRAIG, G. Y. (1952). "A comparative study of the ecology and paleoecology of *Lingula*". *Trans. Edinburgh Geol. Soc.*, 15: 110-120.
- ELIAS, M. K. (1937). "Depth of deposition of the Big Blue (late Paleozoic) sediments in Kansas". *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 48:403-432.
- HENNING, E. (1906). "*Gyrodus* und die organisation der Pyknodonten". *Paleontogr.*, 53:137-208.
- RAYNER, D. H. (1961). "The structure and evolution of the holostean fishes". *Biol. Rev.*, 16:218-237.
- READ, CH. B. y MAMAY, S. (1964). "Upper Paleozoic Floral Zones and Floral Provinces of the United States". *U. S. Geol. Surv.*, Prof. Paper 454-K.
- ROMER, A. S. (1966). "Vertebrate Paleontology". *The Univ. Chicago Press*; 3th. Ed., Chicago.
- SAINT SEINE, P. de. (1949). "Les poissons des calcaires lithographiques de Cerin". *Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon*, 1(2): 1-357.
- STEVENS, C. H. (1966). "Paleoecological implication of Early Permian fossil communities in Eastern Nevada and Western Utah". *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, 77:1.121-1.130.
- WOODWARD, A. S. (1939). "The affinities of the Pseudodont ganoid fishes". *Ann. Mag. Nat. Hist., Ser. 11*, 4.

ESTRATIGRAFIA Y ESTRUCTURA DE LAS CORDILLERAS METAMORFICAS DE VENEZUELA ORIENTAL (PENINSULA DE ARAYA - PARIÁ E ISLA DE MARGARITA)

Por Mario Vignali

Escuela de Geología y Minas
Universidad Central de Venezuela
Apartado 50926
Caracas 105, Venezuela

(Recibido en febrero de 1978)

RESUMEN

El estudio de la Cordillera metamórfica Oriental de Venezuela, que comprende las penínsulas de Araya-Paría y la isla de Margarita, ha permitido establecer nuevas relaciones estratigráficas entre las unidades litológicas aflorantes.

En la península de Paría existe en el Cretáceo inferior (Neocomiense ?) una discordancia que separa al ciclo sedimentario de aguas poco profundas representado por calizas biotrómicas y evaporitas (Formación Güinimita y Miembro Patao) de los sedimentos pelíticos de la Formación Macuro.

La "Sección Rudácea", anteriormente considerada como la parte superior de la Formación Güinimita, representa realmente el conglomerado basal de la discordancia.

Se reafirma la correlación entre el Miembro Yacua de la Formación Cariaquito y la Formación Carúpano y se determina estructuralmente la posición geográfica de ambas unidades.

Las rocas volcánicas con almohadillas, las serpentinitas y metagabros, descritas como la Formación Copey (SEIJAS, 1972) han sido interpretadas como el remanente de un complejo ofiolítico que marca una geosutura de importancia regional.

La Formación Tunapuy no representa en realidad una unidad litológica diferente de las descritas en el extremo oriental de la península de Paría, sino una "mezcla" de varias formaciones como Uquire, Macuro, Patao y Güinimita, que en la mayoría de las localidades son difíciles de separar a causa de las complejas relaciones estructurales. La reconstrucción de secciones geológicas y de modelos estructurales basados en datos mesoscópicos, explican la situación, sin necesidad de dar un nombre formacional a un conjunto de rocas muy heterogéneo y de facies sedimentarias diferentes.

En la península de Araya, la Formación Manicuare es equivalente parcial de la unidad no feldespática del grupo Juan Griego de Margarita; ambas formaciones pertenecen a una "provincia litológica" diferente a la de Paría, su actual posición geográfica es explicada por el consumo de corteza oceánica, actualmente representada por ofiolitas cercanas a la geosutura de la Falla de Salazar. Esta geosutura puede ser seguida más allá de cabo Tres Puntas, atravesando por el Norte a la zona de Carúpano.

En Margarita, el grupo La Rinconada es redefinido como Formación Volcánica de La Rinconada, por considerar que muy probablemente estas rocas fueron incorporadas a la sedimentación por procesos gravitacionales, y actualmente constituyen un olistroma intercalado entre las unidades feldespáticas y no feldespáticas del grupo Juan Griego.

Los setenta y cinco bloques de eclogitas y anfibolitas mapeados en Macanao y Margarita se consideran como parautoctonos, provenientes de la zona de afloramientos de las volcánicas de La Rinconada.

Se efectuaron observaciones de las estructuras mesoscópicas a partir de las cuales se elaboraron las proyecciones que acompañan al texto. En las proyecciones se reportan 5.921 medidas de planos de foliación, 1.262 ejes de pliegues (f_1), 338 planos axiales de pliegues (f_2) y 312 envolventes de pliegues (f_3). Con estos y otros datos se han reconstruido las relaciones geométricas entre los varios períodos de plegamiento.

Se postula que los procesos determinantes que originaron la primera generación de pliegues tuvieron sus comienzos a finales del Cretáceo medio; que el plegamiento isoclinal es contemporáneo con el metamorfismo regional (± 75 m/a) y el plegamiento de los planos de foliación (f_3) se originó a finales del Eoceno medio.

Se postula la hipótesis de que los corrimientos con rumbo aproximado E-W son de edad Cretáceo superior y que la historia de sus movimientos concluyó durante el Eoceno. Las fallas N-W y N-E son posteriores y probablemente activas en la actualidad. Los datos de campo indican para las fallas del "Sistema de El Pilar", una historia reciente relacionada con el tectonismo Plioceno sin significativos movimientos horizontales.

Por último, utilizando la geometría derivada de la medida de las estructuras a escala mesoscópica, se han reconstruido posibles modelos estructurales consistentes con los datos estratigráficos, para explicar a escala regional, la presente geometría de las estructuras.