

## SILURICO

Debido al acercamiento o la colisión entre grandes placas, muchos geosinclinales continuaron estrechándose y algunos se cerraron total o parcialmente al final del período, formándose elevaciones montañosas y ambientes continentales con abundantes estratos rojos y evaporitas. Las transgresiones más importantes ocurrieron al inicio y final del período, mientras que una amplia regresión caracterizó su parte media.

Gondwana continuó internándose en la región polar sur y se formaron glaciares en varias regiones del mismo durante el Silúrico Temprano. Así, sus aguas adyacentes comenzaron a enfriarse, mientras en otras regiones continuaban predominando aguas cálidas o templadas.

La diversidad biótica fue moderada y el provincialismo habría estado determinado por factores paleoclimáticos.

Los peces experimentaron una rápida evolución, apareciendo las formas mandibuladas y comenzó la invasión de los ambientes continentales a través de algunos grupos de invertebrados y peces, lo que habría sido favorecido por el desarrollo de las primeras plantas vasculares.

El Silúrico también se caracterizó por su brevedad, ya que habría durado apenas unos 25 m.a., lo que se debió a las rápidas transformaciones geográficas y biológicas ocurridas en dicho lapso.

### DIVISION (Fig. 1)

El Sistema Silúrico se divide en cuatro Series (Fig. 1), basadas en secuencias marinas inglesas, excepto la Serie Prídoli pues en Gran Bretaña, el Silúrico finaliza con facies salobres conteniendo peces y euriptéridos, que alternan con horizontes típicamente marinos, portadores de braquiópodos y moluscos. Esta facies se denomina “Downton” y en ella, las frecuentes intercalaciones de “bone beds” (depósitos condensados de esqueletos), restos de peces y crustáceos, señalan la existencia de episodios catastróficos debidos a bruscos cambios de salinidad.

Estratos equivalentes al Downton se hallan desde Escocia hasta Polonia y Checoslovaquia pero en estos dos últimos países son típicamente marinos y constituyen la Serie Prídoli.

Los graptolitos y conodontes son los organismos más utilizados en la biozonación

del Sistema Silúrico y, en general, se acepta que éste se inicia en la base de la Zona de *Parakidograptus acuminatus* y culmina en la base de la Zona de *Monograptus uniformis* (Devónico).

## DIASTROFISMO

En las áreas del Iapetus, la colisión de Laurentia con Báltica + Avalonia (Balonia) produjo intenso tectonismo caledoniano al final del Silúrico. Otras fases orogénicas se produjeron en el resto del mundo, como el occidente norteamericano (Geosinclinal Cordillerano) y Australia.

En el Norte de América del Sur continuaron formándose los Paleoandes; mientras en la Argentina era ascendida la Cordillera Oriental y en el Famatina ocurría un fuerte magmatismo y plutonismo, que se vincularía con la Fase Dilhuética (Silúrico Tardío).

En la Precordillera, la Orogenia Famatina estuvo representada por la Fase Tucunuco (Silúrico Temprano) y la Fase Precordilleránica (Silúrico Tardío), ocasionada por la acreción del Terreno Chilena al margen gondwánico, observándose una discordancia en el límite Silúrico-Devónico (según Astini, 1996).

## PALEOGEOGRAFIA

A partir del Wenlock se incrementaron las transformaciones paleogeográficas y la colisión de Laurentia con Báltica originó al Supercontinente Laurusia.

Avalonia se hallaba casi adosada a Laurentia, quedando el Iapetus muy reducido y suprimido en su parte norte, por lo que allí sus faunas marinas fueron reemplazadas, a partir del Downton, por el ambiente de las “Viejas Areniscas Rojas” (“Old Red Sandstones”), distribuidas por el norte de los Apalaches, Groenlandia, Gran Bretaña y Noruega.

En el Geosinclinal Apalacheano y su continuación el de Ouachita, hubo sedimentación y vulcanismo; el área de Nueva York, durante el Silúrico Medio, fue el lugar de sedimentación de formaciones ferríferas (Grupo Clinton) y, en el Silúrico Tardío, los mares permanecieron en la planicie interior, donde hay un pasaje insensible al Devónico y se incrementaron las evaporitas. Tanto en la planicie central como la parte occidental de América del Norte se originaron depósitos dolomíticos, principalmente en el Silúrico Medio, y la región de los Grandes Lagos alojó extensos arrecifes coralinos.

Entre Gondwana y Laurusia, se extendía un amplio océano, Rheico, en proceso de estrechamiento por la convergencia de ambos supercontinentes.

Gran parte de Gondwana se ubicaba en el área polar sur y sólo el norte africano, Arabia, región himalayana y Australia gozaban de un clima cálido a templado. También en Laurentia, Siberia (Angara), Báltica y Avalonia las aguas eran cálidas y en ellas se depositaron carbonatos.

## EL GONDWANA SILURICO

En Australia hubo gran actividad ígnea en el Geosinclinal Tasmano, donde actuó la Orogenia Bowning al final del Silúrico. En otras cuencas del occidente australiano se acumularon sedimentos con conodontes ludlowianos.

En Antártida no se conocen rocas silúricas pero en la Península Antártica existiría basamento de dicha edad.

En el norte africano, el Silúrico marino es concordante sobre el Ordovícico y sus faunas se relacionan con las del sur europeo y Cercano Oriente.

El Geosinclinal Mauritánico acumuló sedimentos hasta el Silúrico Temprano, cuando la Orogenia Caledoniana del Silúrico Medio los plegó y elevó, formándose los Montes Mauritánides.

En Guinea y Ghana se conocen graptolitos, conodontes y palinomorfos llandoveryanos, y estos estratos serían una prolongación africana de los estratos brasileños de la Cuenca Amazónica.

En el sur africano (Provincia del Cabo), la Formación Cedarberg (Grupo Table Mountain) contiene braquiópodos y trilobites del Llandovery inferior, aunque para algunos serían del Ashgill (Ordovícico Superior). Pero en el techo existen peces silúricos de agua dulce.

## EL SILURICO SUDAMERICANO

Se inició con una transgresión llandoveryana que cubrió desde Venezuela hasta la Argentina.

En Colombia y Venezuela habrían predominado las aguas cálidas. En Colombia sólo se conocen palinomorfos del Ludlow en la Cordillera Oriental, mientras que en Venezuela las faunas son afines a las de los Apalaches, Europa Occidental, Escandinavia y Siberia.

Más al sur, la transgresión llandoveryana cubrió desde el sur del Perú hasta Brasil y Argentina, hallándose registrada en Brasil en las Cuencas Amazonas (Formación Trombetas) y Parnaíba y la Cuenca Paraná (sur del Brasil-Paraguay Oriental). En estas

regiones, como también en Perú, Bolivia y Argentina la depositación continuó hasta el Wenlock y/o Ludlow, y las aguas fueron frías.

En el sur peruano (Cordillera Oriental) el Llandovery contiene braquiópodos (*Clarkeia*, etc.), y se prolonga en Bolivia, donde tiene más de 4500 m de espesor y es muy graptolítico, pero también contiene braquiópodos y crinoideos. La Fm. Cancañiri (que se prolonga en Perú y Argentina, como Fm. Zapla) tiene evidencias glaciarias del Ordovícico Tardío y/o Silúrico Temprano.

En el norte de Chile (Sierra de Almeida), como también en el sur, habría rocas silúricas fosilíferas, pero están muy poco conocidas

El Silúrico del norte argentino es ferrífero y se extiende desde la Sierra de Zapla (Fms. Zapla y Lipeón de Jujuy) hasta la Cuenca Chacoparanense, pues en el subsuelo de Santiago del Estero hay acritarcas y quitinozoos silúricos. El bivalvo *Dualina* indicaría la presencia del Prídoli en la Fm. Lipeón.

En la Precordillera de San Juan hay areniscas moradas y pardas y lutitas oscuras y verdes del Silúrico. Sobre el Ashgill ordovícico continúa una secuencia desde el Llandovery hasta el Ludlow. En la parte inferior de la Fm. La Chilca se hallaron conodontes del Llandovery que también están muy distribuidos en la región tropical (*Laurentia*, *Báltica*, etc.) (Lehnert *et al.*, 1999).

Las Sierras Australes de Buenos Aires el Silúrico estaría indicado por la existencia de *Arthropycus* y sobre la costa atlántica de Río Negro, el Silúrico se presenta muy plegado y fracturado, con niveles hematíticos (Yacimiento de Sierra Grande) y restos de *Clarkeia*.

En las islas Malvinas, sobre el basamento precámbrico siguen estratos con *Arthropycus* (Silúrico?).

El Llandovery sudamericano es muy fosilífero, predominando los braquiópodos y graptolitos, pero también contiene bivalvos, gastrópodos, cefalópodos, trilobites, tentaculítidos, ostrácodos, quitinozoos, acritarcas, conodontes, *Tasmanites* y *Arthropycus*. Entre los braquiópodos se hallan: *Heterorthella freitana*, *Anabaia paraia*, *Amosina fuertensis*, *Cryothyrella* y *Clarkeia antisiensis*; éste último es el más característico de la región silúrica gondwánica sudamericana.

Los graptolitos llandoveryanos cuentan con: *Paraclimograptus innotatus brasiliensis*, *Dicellograptus modestus* y monograptidos.

En el sur de Brasil, el Llandovery (Fm. Vila Maria), además de invertebrados marinos, es portador de esporas de plantas terrestres, igual que la Fm. Cedarberg de Sud

Africa, siendo los registros más antiguos de esta naturaleza en el Reino Malvinocáfrico.

En el Wenlock se mencionan los braquiópodos *Anabaia* (ex *Harringtonia*), *Heterorthella* y *Clarkeia*; los trilobites *Phragmolithus*, *Calymene boetneri*, *Australocaste*, *Trimerus* y *Lichas* y al graptolito *Monograptus vomerinus*.

En el Ludlow se hallan los braquiópodos *Anabaia australis*, *Stropheodonta fascifer*, *Atrypina acutiplicata*, *Australina jachalensis* y *Clarkeia*; los graptolitos *Monograptus argentinus*, *Saetograptus leintwardinensis* y *Pristograptus*, además del euriptérico *Slimania*; el Prídoli se hallaría indicado por el bivalvo *Dualina* (en la Fm. Lipeón de la Sierra de Zapla), junto con *Clarkeia*.

## GLACIACION

En el Silúrico, el Paleopolo Sur se habría ubicado en el centro de Africa o en América del Sur. En el Ashgill (Ordovícico Superior) se hallaba en el Norte o centro de Africa y en el Llandovery migró hacia el centro del Brasil, provocando glaciación en las cuencas brasileñas del Perú, Bolivia y Argentina. En el Silúrico Tardío-Devónico Temprano debió estar ubicado en el Oeste de Argentina.

La secuencia silúrica del Perú lleva tillitas del Llandovery Inferior comparables a otras de Bolivia (Formación Cancañiri) y Argentina (Formación Zapla o Mecoyita).

## CARACTERISTICAS BIOLOGICAS

Existió moderada diversidad biótica e importantes innovaciones evolutivas. Los graptolitos diplográticos no superaron el Llandovery y fueron reemplazados por los monográticos. Los braquiópodos con braquidio espiralado completan su elenco con el agregado de los rostrospiroideos, espiriféridos y punctospiroideos y al final del período los terebratuloideos desarrollaron el braquidio en bandeleta. Por otra parte, los braquiópodos inarticulados declinaron.

Los bivalvos incrementaron su presencia pero continuaron siendo primitivos; entre los gastrópodos, surgieron los Patellaceae y los nautiloideos continuaron diversificados.

Los artrópodos contaron con los primeros picnogónidos y cirripedios; los euriptéridos estuvieron muy difundidos por América del Norte y Europa; abundaron los ostrácodos y decrecieron los trilobites en representatividad.

Los arrecifes aumentaron su distribución, participando los coralestabilados y rugosos, estromatoporoideos, briozoarios, espongiarios litístidos y algas.

Las biofacies “shelly” y graptolítica continuaron bien diferenciadas

La biota de Waukesha (Estado de Wisconsin, EUA), del Llandovery Tardío - Wenlock Temprano, contiene excepcionales preservaciones de partes blandas principalmente de artrópodos, seguidos en importancia por vermes, anélidos, graptolites y conuláridos, pero las formas esqueléticas son raras o faltan. Entre los artrópodos hay trilobites, crustáceos, quelicerados y un miriápodo; los crustáceos incluyen a los filocáridos, a los ostrácodos y al más antiguo de los representantes de la enigmática clase Thylacocephala (extinguida en el Cretácico Superior). También hay una especie de *Protoscolex* o *Palaeoscolex* (Cámbrico Superior-Silúrico Superior), cestode primitivo del Phylum Platyhelmintha; se encuentran también formas que recuerdan a las sanguijuelas (Clase Hirudinae, Phylum Annelida); finalmente, los poliquetos están representados exclusivamente por escolecodontes.

Otra biota excepcional es la del Wenlock de Herefordshire (Inglaterra), dominada por pequeños artrópodos y poliquetos, y que permite reconstruir la historia evolutiva de estos últimos. Desde el Cámbrico Medio de las Lutitas de Burgess hasta el Devónico de Alemania, los poliquetos sólo eran conocidos por los escolecodontes (excepto un único caso en el Ordovícico canadiense), pero en Herefordshire se hallaron tres ejemplares con las partes blandas conservadas.

En el Silúrico, los invertebrados comenzaron a invadir el ambiente continental a partir de la aparición de grupos como los miriápodos y los escorpiones. Los miriápodos (centípedos más millipodos) habrían sido originalmente acuáticos y se los encuentra en rocas del Llandovery-Wenlock. En Inglaterra, la base del Downton también proporcionó restos cuticulares de artrópodos considerados de hábitos terrestres, incluyendo dos centípedos (ciempies) y una araña.

### Vertebrados silúricos

Los vertebrados silúricos estuvieron representados por peces (incluyendo a los conodontes) los que fueron exclusivamente marinos hasta el Wenlock, pues luego comenzaron a invadir los ambientes dulciacuícolas o salobres. Carecieron de esqueleto interior pero tenían placas mineralizadas que cubrían todo o parte de su cuerpo, formando como un escudo, que habría servido de protección, por lo que se los denomina “ostracodermos”. Esta presencia de un escudo óseo ya se observa en los peces ordovícicos. Además, todos estos peces primitivos carecían de mandíbulas (Agnatha) y sólo tenían una fisura o abertura cerca de la parte frontal.

En el Silúrico, los peces evolucionaron rápidamente, apareciendo formas mandibuladas o Placodermos, los más antiguos serían los Acanthodii, que aparecen en el Silúrico Temprano.

Los peces osteictios también habrían estado presente, pero son poco frecuentes.

Los agnatos muestran una mayor diversificación que en el Ordovícico, existiendo formas bentónicas (*Cephalaspis*) y nectónicos (*Birkenia* y *Pteraspis*). Se reconocen varios órdenes:

#### Orden Anaspida.

Sin escudo cefálico y con varias aberturas branquiales. Cuerpo fusiforme con escamas alargadas en posición oblicua; región cefálica protegida por placas pequeñas. Una serie de espinas dorsales, a veces reemplazadas por una aleta dorsal impar y 2 repliegues laterales ventrales (a veces espinosos). Aleta heterocerca invertida. Habrían sido nadadores activos, comedores de plancton. Ej.: *Birkenia*, *Jamoytus*.

#### Orden Heterostraca

Fueron los más primitivos y habrían descendido de alguna forma como *Astraspis* (Orden Astraspida, Ordovícico). Coraza con placas poligonales, estructura zonal y tubérculos. Carecían de aletas y nadaban mediante movimientos del cuerpo y la cola; tenían escudo cefálico achatado de forma variable y una abertura branquial a cada lado.

En el Silúrico evolucionaron rápidamente, haciéndose más eficientes en sus movimientos y sufriendo cambios importantes a medida que invadían nuevos ambientes (ej.: continentes). Silúrico-Devónico Temprano. Se diferenciaron en:

- Cyatháspidos. Fueron los más primitivos; tenían escudo cefálico compuesto de pocas placas grandes dorsales y ventrales. Fueron exitosos en los ambientes marinos someros del Ártico Canadiense, donde entonces reinaba un clima tropical. Ej.: *Anglaspis* (Devónico).

En el Silúrico, los cyatháspidos colonizaron las costas y el interior de Laurusia (aguas dulces y salobres), originando a los Pteráspidos (Devónico temprano y medio), con escudo cefálico dotado de una proyección nasal y una espina proyectada hacia atrás (para protección y estabilidad). Ej.: *Pteraspis*.

Otros cyatháspidos invadieron Angara (Siberia + Kazakstania) originando a los Amphiaspidos, con el escudo cefálico completamente fusionado en una sola unidad y ojos reducidos o ausentes; el cuerpo a veces de forma muy extraña. Ej.:

*Eglonaspis* (Devónico).

Los Psammosteidos fueron formas aplastadas, con varias hileras de pequeñas placas (“tesserae”) entre los escudos principales; ojos muy separados y boca hacia arriba. Ej.: *Drepanaspis*.

#### Orden Thelodonta

Se conocen escamas aisladas en el Ordovícico pero son comunes en el Silúrico Tardío y Devónico Temprano de varias partes del mundo. Eran pequeños, cuerpo con pequeñas escamas puntudas, escudo cefálico óseo, aberturas branquiales y cola bifurcada; se habrían alimentado de barro. Con “aleta” dorsal y ventral. Ej.: *Lamarckia*, *Thelodus*.

#### Orden Galeaspida

Vivieron en ambientes de agua dulce del Silúrico y Devónico de China Sur. Amplio escudo cefálico de forma variada y espinas laterales y frontales. Sólo tenían aleta dorsal y anal, careciendo de aletas pares.

#### Orden Osteostraci

Se originaron en el Ordovícico y diversificaron en el Silúrico Tardío y Devónico Temprano. Desarrollaron aletas pares; escudo cefálico grueso, semicircular.

Los más importantes fueron los Cephalaspida (Silúrico Tardío-Devónico Tardío), con escudo cefálico grande y sólido, a menudo con una gran espina proyectada hacia delante y dos espinas o cuernos hacia atrás en los ángulos del escudo.

Dos poderosas aletas se ubicaban al lado de las espinas en los ángulos del escudo. El cuerpo detrás del escudo estaba comprimido lateralmente y las aletas dorsales, pequeñas, habrían sido pasivas, ayudando en la estabilidad. A ambos lados del escudo tenían grandes áreas sensoriales, pero se desconoce su objetivo. Vivían sobre el fondo. Ej.: *Hemicyclaspis* del Silúrico Tardío de Europa y Canadá, con caparazón de una sola placa; *Cephalaspis* del Silúrico Superior-Devónico.

#### Los Placodermos (peces mandibulados)

Fueron los primeros peces mandibulados y tuvieron una rápida evolución durante el Silúrico Tardío y Devónico Temprano. Los más antiguos constituyen la Clase Acanthodii (“tiburones espinosos”)<sup>1</sup> que aparecen en el Silúrico Temprano pero que fueron abundantes sólo en el Devónico, llegando hasta el Pérmico Temprano. Pequeños (menos de 20 cm de longitud). Cuerpo alargado, cabeza grande cubierta con placas óseas,

---

<sup>1</sup> Algunos los consideran dentro de la Clase Placodermos, pero otros los tratan como una clase aparte.

ojos grandes rodeados por placas escleróticas; algunos poseían dientes. Aletas pectorales y pélvicas modificadas como largas espinas, pudiendo existir hasta 6 pares de espinas a lo largo del vientre en las formas primitivas. Una o dos aletas dorsales, una aleta anal y cola heterocerca. Otras aletas sostenidas por una espina sobre el borde interno. Nadaban con la cola y el cuerpo. Ej.: *Climatius*.

Según la teoría más aceptada, pero actualmente puesta en dudas, la mandíbula se habría originado por modificación de los arcos branquiales anteriores. Un hipotético agnato ancestral con 8 fisuras branquiales y 9 arcos, evolucionó en un gnatóstomo por la pérdida de 4 fisuras y fusión y modificación de los 3 arcos branquiales anteriores:

- a- el más anterior habría pasado a formar parte de la base del cráneo.
- b- el 2º arco modificado formó el palatocadrado o parte principal de la mandíbula superior, y el Cartílago de Meckel en la inferior.
- c- el 3º arco se transformó, parte en el hiomandibular en el cráneo, y parte, en el ceratohyal de la mandíbula inferior.

Esta teoría se basa en la anatomía de los Vertebrados vivientes y particularmente, en aspectos de la embriología del desarrollo de la boca y estructuras faringales, pero no hay fósiles que muestren tal transición, y las evidencias anatómicas mostrarían que la realidad no habría sido tan sencilla.

Se conocen tres tipos de articulación mandibular:

1- Condición anfiestílica (Silúrico-Carbónico). El palatocadrado yace fijo, adelante y atrás, al neurocráneo (parte del cráneo que contiene el cerebro y órganos sensoriales).

Esta condición experimentó dos modificaciones:

- 1.a- Condición hioestílica (peces modernos). El palatocadrado está fijo sólo anteriormente y la articulación mandibular es realizada por el hiomandibular. Al poderse desplazar hacia delante el palatocadrado, aumenta la abertura bucal.
- 1.b- Condición autoestílica. El hiomandibular ya no soporta a la mandíbula y el palatocadrado está firmemente fusionado al neurocráneo.

### Peces Osteictios

En el Silúrico se conocen escamas y fragmentos aislados de Osteictios (*Lophosteus*, *Andreolepis* y *Psarolepis*); el último (*Psarolepis*) es del Silúrico superior de China y Vietnam.

Los actinopteriogios aparecen en el Silúrico Tardío pero son poco conocidos antes del Devónico Tardío.

### Las primeras plantas vasculares

Las plantas primitivas mejor conocidas son del Silúrico medio de Laurentia, pero también se conocen de Australasia, Asia oriental y central, Africa y América del Sur. Parecería que las plantas emigraron a la tierra en muchos lugares diferentes, alrededor de las costas del Océano Rheico, en las latitudes medias y altas.

Ya en el Silúrico tardío existían muchas algas multicelulares con aspecto de

plantas, como *Parka* y *Prototaxites*, cohabitando ambientes pantanosos junto a plantas vasculares más primitivas. Sin embargo, tales formas algales no tuvieron éxito en colonizar la tierra y se extinguieron al final del Devónico al no poder competir con las plantas vasculares mejor adaptadas.

Las plantas vasculares primitivas presentan diversas innovaciones evolutivas que facilitaban la invasión terrestre; como un tejido vascular conductor con xilema y floema. Este tejido no actuaba como sostén, y la rigidez en los tallos permitiendo a la planta estar erecta y crecer hacia arriba se lograba por la “presión de turgencia” o sea, llenando las células de paredes delgadas con agua, por lo que se ponían rígidas. Si no disponía de suficiente agua como para permanecer turgidas y erectas, la planta moría.

Para evitar la pérdida de agua se desarrolló una “cutícula” delgada sobre las células epidermales, compuesta por un polisacárido complejo (cutina), pero ésta reducía la posibilidad de que los tejidos inferiores absorvieran el CO<sub>2</sub> necesario para la fotosíntesis, lo que se evitó con el desarrollo de los estomas, o poro rodeado por un par de células guardianas que lo podían abrir o cerrar y así controlar el intercambio gaseoso y de vapor de agua.

La liberación de las esporas al aire exigió que sus paredes fueran gruesas y rígidas para evitar el desecamiento por deshidratación, lo que se consiguió desarrollando en las paredes interiores una sustancia cutinoide, la esporopolenina.

Además, las plantas vasculares primitivas parecen haber producido esporas en grupo de 4 (tétradas), dispuestas en una pirámide simétrica, con cada espóra tocando a las otras 3 y el contacto de las caras dejando una marca Y entre ellas, representando a la línea de dehiscencia.

Ejemplo de una planta terrestre primitiva es *Cooksonia* del Silúrico y Devónico Inferior. Los ejemplos más antiguos son del Silúrico medio (425 m.a.) de Irlanda, pero también se la conoce en Gales, Bolivia, Checoslovaquia, Libia y Kazakhsan, alrededor del Rheico. Era de pocos milímetros de altura, tallo cilíndrico liso y bifurcado. En algunas silúricas se hallan traqueidas, mientras que las devónicas tenían sistema vascular central y estomas. Esporangios terminales indiferenciados pero con esporas distintas; sin dehiscencia, subesféricas.

*Cooksonia* era una **Rhyniopsida** como también *Stegonotheca* del Silúrico Superior de Gales, algo más alta (hasta 45 mm de alto) y esporangios más grandes con ápices truncados. Pero se ignora si era vascular.

Se ignora cómo estos tallos aéreos se hallaban interconectados, aunque quizá lo

hacían por una estructura basal tipo talo o una red de tallos horizontales.

## PROVINCIALISMO

En el Llandovery, las faunas aún eran bastante cosmopolitas y recién en el Wenlock comienza a desarrollarse un provincialismo faunístico que se fue incrementando hasta alcanzar valores máximos en el Devónico Temprano. Los organismos que en el Silúrico exhibieron mayor provincialismo fueron los briozoarios, tetracorales, braquiópodos, ostrácodos beyríchidos, trilobites, equinodermos y peces.

Se reconocen:

1- un Reino Silúrico Norte, de aguas cálidas y paleolatitudes bajas, con facies carbonáticas, bien desarrollado en el Wenlock y en el Ludlow; se distribuyó por América del Norte, Eurasia, Australia, Nueva Zelanda, Norte de Africa y Norte de América del Sur.

2- un Reino Malvinocáfrico, de aguas frías y baja diversidad, extendido por gran parte de América del Sur y Sudáfrica. Como en Malvinas no se conoce Silúrico, se lo conoce también como Reino Afro-Sudamericano.

Las bajas temperaturas de sus aguas impidieron la formación de carbonatos, evaporitas, estratos rojos, etc. Tampoco existen (o fueron muy escasos) los corales, estromatoporoides, briozoarios, pelmatozoarios y algas calcáreas. Los organismos mejor representados fueron los braquiópodos y los trilobites, con un elevado porcentaje de formas endémicas asociadas a otras de origen boreal. También se hallaron conuláridos, hiolítidos y bivalvos.

La fauna afro-sudamericana estuvo difundida preferentemente por Perú, Bolivia, Paraguay, Argentina, Brasil y Sudáfrica, y se caracterizó por sus formas endémicas.

Braquiópodos endémicos fueron: *Clarkeia antisiensis*, *Castellaroina fascifer*, *Australina jachalensis*, *Amosina fuertensis*, *Heterorthella* y *Anabaia*. Entre los trilobites se hallan los facópodos *Macaspis*, *Guayakinites*, *Guaranites*, *Perycopyge*, *Australocaste*, *Jujuyops*, *Harringtonacaste* y *Zaplaos*.

Entre los elementos boreales, figuran el bivalvo *Dualina*, los braquiópodos *Orthostrophia*, *Isortis*, *Coelospira*, *Ancillotoechia* y los trilobites *Dalmanites*, *Trimerus*, *Diacalymene*, *Calymene*, *Phacopina* y *Homalonotus*.

La fauna afro-sudamericana silúrica es generalmente conocida como la "Fauna de *Clarkeia*", pues este braquiópodo rinconéllido es uno de sus miembros más difundidos. Se lo halla en el Llandovery del Perú, Bolivia y Paraguay Oriental, y a partir del Wenlock en

la Argentina, contando con varias especies. También se lo conoce en Sudáfrica, Praga (en el Ludlow) y Macizo Armoricano (en el Prídoli). En Senegal podría ser del Devónico basal.

*Heterorthella*, otro género de esta asociación conocido desde el Llandovery hasta el Prídoli, es conocido en Senegal, Sudáfrica y en el Wenlock de Nueva Escocia.

*Australina* está en el Silúrico Medio de Praga y China, y *Anabaia* existe en Canadá.

## BIBLIOGRAFIA

- Amos, A.J. 1972. The Silurian of Argentina. Geol. Soc. Amer. Sp. Pap. 133.
- Antelo, B. 1973. La fauna de la Formación Cancañiri (Silúrico) en los Andes Centrales bolivianos. Rev. Mus. La Plata n.s. VII, Paleont. 45.
- Astini, R.A. 1996. Las Fases diastróficas del Paleozoico medio en la Precordillera del Oeste argentino. Evidencias estratigráficas. XIIIº Congr. Geol. Argentino y IIIº Congr. Expl. Hidroc. Actas V: 529-526. Buenos Aires.
- Baldis, B.J., J. Benedetto, O. Blasco y M. Martel. 1976. Trilobites silúrico-devónicos de la Sierra de Zapla. Ameghiniana 13: 185-225.
- Baldis, B.A.J. y H. Hansen. 1978. Trilobites dalmanítidos de Paraguay Oriental. IIº Congr. Arg. Paleont. y Bioestr. (Buenos Aires) Actas I: 49-64.
- Benedetto, J.L. 1991. Braquiópodos silúricos de la Formación Lipeón, flanco occidental de la Sierra de Zapla, Provincia de Jujuy, Argentina. Ameghiniana 28: 111-125.
- Benedetto, J.L. 1995. Braquiópodos del Silúrico Temprano malvinocáfrico (Fm. La Chilca), Precordillera argentina. Geobios 28: 425-457.
- Benedetto, J.L. et al. 1992. Brachiopodes et Biostratigraphie de la Formation de Los Espejos, Siluro-Dévonien de la Précordillère (NW Argentine). Geobios 25: 599-637.
- Benedetto, J.L., P. Peralta y T.M. Sanchez. 1996. Morfología y biometría de las especies de *Clarkeia* Kozłowski (Brachiopoda, Rhynchonellida) en el Silúrico de la Precordillera argentina. Ameghiniana 33: 279-299.
- Benedetto, J.L. y T.M. Sanchez. 1996. The Afrosouth American Realm and Silurian *Clarkeia* Fauna. Proceed. Third Int. Brachiopod Congr. (Ontario, Canadá 1995): 29-33.

- Boekel, N.M. da C. 1967. Quitinozoarios silurianos e devonianos da bacia amazonica e sua correlação estratiográfica. Atas Simp. Biota Amazonica I (Geociencias): 87-119.
- Boekel, N.M. da C. 1967. Tasmanáceas paleozoicas da bacia amazonica e sua correlação estratiográfica. Atas. Simp. Biota Amazonica I (Geociencia): 121-139.
- Boucot, A.J. 1972. Silurian of Venezuela. Geol. Soc. Amer. Sp. pap. 133: 53-54.
- Boucot, A.J. 1990. Silurian Biogeography. En W.S. McKerrow y C.R. Scotese (editores) Palaeozoic Palaeogeography and Biogeography: 191-196. Geol. Soc. Memoir 12. London.
- Boucot, A.J. et al. 1991. First *Clarkeia* and *Heterorthella* (Brachiopoda, Lower Silurian) occurrence from the Parana Basin in Eastern Paraguay. J. Pal. 65: 512-514.
- Boucot, A.J. y J.G. Johnson. 1973. Silurian Brachiopods. En A. Hallam (editor) Atlas of palaeobiogeography: 59-65.
- Boucot, A.J., J.G. Johnson y R. Shagan. 1972. Braquiópodos silúricos de los Andes meridionales de Venezuela. Minist. Minas e Hidroc. Dir. Geol. Bol. Geol. Publ. Esp. N° 5 Mem IV° Congr. Geol. Venez. II: 586-660.
- Boucot, A.J. y F. Mégard. 1972. Silurian of Perú. Geol. Soc. Amer. Sp. Pap. 133: 51.
- Briggs, D.E., D.J. Siveter y D.J. Siveter. 1996. Soft-bodied fossils from a Silurian volcaniclastic deposit. Nature 382: 248-249.
- Brito, I.M. 1967. Silurian and Devonian acritarchs from Maranhao Basin, Brazil. Micropal. 13: 473-482.
- Branisa, L. 1969. El Sistema Silúrico en Bolivia: estratiografía, faunas y límites. I El límite entre el Silúrico y el Devónico. Soc. Geol. Bol. 12: 1-70.
- Branisa, L., G. Chamot y W.B.N. Berry. 1972. Silurian of Bolivia. Geol. Soc. Amer. Sp. Pap. 133: 21-31.
- Castellaro, H.A. 1959. Braquiópodos gotlándicos de la Precordillera de San Juan. Asoc. Geol. Arg. Rev. XIII: 41-65.
- Castellaro, H.A. 1966. Faunas silúricas. En Guía Paleontológica Argentina. Parte I. Sec. III: 9-57.
- Cecioni, A. y J. Frutos. 1975. Primera noticia sobre el hallazgo del Paleozoico inferior marino de la Sierra de Almeida, norte de Chile. I° Congr. Arg. Paleont. y Bioestr. (Tucumán, 1974) I: 191-207.
- Clarke, J.M. 1899. A fauna siluriana superior do río Trombetas. Arq. Mus. Nac. (Río de Janeiro) 10: 1-48.
- Cooks, L.R.M. 1972. The origin of de Silurian *Clarkeia* Fauna of South America and its

- extension to West Africa. *Palaeontology* 15: 623-630.
- Cooks, L.R.M. y R.A. Fortney. 1990. Biogeography of Ordovician and Silurian faunas. En W.S. McKerrow y C.R. Scotese (editores) *Palaeozoic Palaeogeography and Biogeography*: 97-104. Geol. Soc. Memoir 12. London.
  - Cooper, P., M. Hünicken y J.L. Benedetto. 1988. The silurian brachiopod *Australina* from the Malvinocaftric Faunal Province. *J. Pal.* 62: 531-538.
  - Costa Cruz N.M. da. 1982. Palinoplancton de sedimentos paleozoicos do Estado do Amazonas. *Acad. Brasil. Ciencias, Anal.* 54: 353-363.
  - Cramer, F.H. y M. del C.R. Diez. 1972. North American Silurian palynofacies and their spatial arrangement. *Acritarchs. Palaeontographica B.* 138: 107-180.
  - Cramer, F.H., M. del C.R. Diez y A.J. Cuerda. 1974. Late Silurian Chitinozoans and acritarchs from Cochabamba, Bolivia. *N. Jb. Geol. Paleont. Mh. Jg., h. 1*: 1-12.
  - Crowell, J.C. y A.C. Rocha Campos. 1981. Silurian glaciation in Central South America. *V° Int. Gond. Symp. (N. Zealand, 1980)*: 105-110.
  - Cuerda, A.J. 1969. Sobre las graptofaunas del Silúrico de San Juan. *Ameghiniana IV*: 223-235.
  - Cuerda, A.J. 1971. Monograpten des Unter-Ludlow aus der Vorkordillere von San Juan, Argentinian. *Geol. Jb.* 89: 391-406.
  - Cuerda, A.J. 1974. Monograpten aus dem Ludlow - Boliviens. *N. Jb. Geol. Paleont. Mh. h. 6*: 321-335.
  - Cuerda, A.J. 1985. Estratigrafía y bioestratigrafía del Silúrico de San Juan (Argentina) basada en sus faunas de graptolitos. *Ameghiniana 22*: 233-241.
  - Cuerda, A.J. y B. Antelo. 1973. El límite Silúrico-Devónico en los Andes Orientales de Bolivia. *V° Congr. Geol. Arg. (Carlos Paz, 1972) III*: 183-196.
  - Cuerda, A.J. y B.A. Baldis. 1971. Silúrico-Devónico de la Argentina. *Ameghiniana VIII*: 128-164.
  - Da Costa, N.M. 1971. Quitinozoarios brasileiros e sua importancia estratigrafica. *Acad. Brasil. Cienc. An. 43 Supl.*: 209-272.
  - Da Costa, N.M. 1974. Novas especies de quitinozoarios da Formação Trombetas, Estado do Pará. *Acad. Brasil. Cienc. An.* 46: 287-301.
  - Fairbridge, R.W. 1970. An ice-age in the Sahara. *Geotimes* 15: 18-20.
  - Goncalves de Melo, J.H. y A.J. Boucot. 1990. *Harringtonina* is *Anabaia* (Brachiopoda, Silurian, Malvinokaffric Realm.). *J. Pal.* 64: 363-366.
  - Grahn, X. y M.V. Caputo. 1992. Early Silurian glaciation in Brazil. *Palaeogr.-clim.-*

- ecol. 99 (1/2): 9-12.
- Gray, J. et al. 1985. Silurian-age fossils from the Paleozoic Paraná Basin, Southern Brazil. *Geology* 13: 521-525.
  - Gray, J., J.N. Theron y A.J. Boucot. 1986. Age of the Cedarberg Formation, South Africa and early land plant evolution. *Geol. Mag.* 123: 445-454.
  - Grösser, J.R. y K.F. Prössl. 1991. First evidence of the Silurian in Colombia: palynostratigraphic data from the Quetame Massif, Cordillera Oriental. *J. S. Amer. Earth Sciences* 4: 231-238.
  - Halstead, L.B. y S. Turner. 1973. Silurian-Devonian Ostracoderms. En A. Hallam (editor) *Atlas of Palaeobiogeography*: 67-79.
  - Harrington, H.J. 1972. Silurian of Paraguay. *Geol. Soc. Amer. Sp. Pap.* 133: 41-50.
  - Hünicken, M.A. 1975. Sobre el hallazgo de conodontes en el Silúrico de Loma de los Piojos, Departamento Jachal, Provincia de San Juan. I° Congr. Arg. Paleont. y Bioestr. (Tucumán, 1974) *Actas I*: 283-291.
  - Holland, Ch. H. 1980. Silurian Series and Stages: decisions concerning chronostratigraphy. *Lethaia* 13: 238.
  - Isaacson, P.E., B. Antelo y A.J. Boucot. 1976. Implications of a Llandovery (Early Silurian) Brachiopod fauna from Salta Province, Argentina. *J. Pal.* 50: 1103-1112.
  - Jeram, A.J., P.A. Selden y D. Edwards. 1990. Land Animals in the Silurian: Arachnids and Myriapods from Shropshire, England. *Science* 250: 658-661.
  - K. Waering, E.N. 1973. A new Silurian *Slimomia* from Bolivia. *J. Pal.* 47: 549-550.
  - Lange, F.W. 1972. Silurian of Brazil. *Geol. Soc. Amer. Sp. Pap.* 133: 33-39.
  - Laubbacher, G., A.J. Boucot y J. Gray. 1982. Additions to Silurian Stratigraphy, Lithofacies, Biogeography and Paleontology of Bolivia and Southern Perú. *J. Pal.* 56: 1138-1170.
  - Leanza, A.F. 1950. Fósiles gotlándicos en la Formación Tambolar (San Juan). *Asoc. Geol. Arg. Rev.* V: 159-163.
  - Lehnert, O., S.M. Bergstrom, J.L. Benedetto y N.C. Vaccari. 1999. First record of Lower Silurian conodonts from South America: Biostratigraphic and paleobiogeographic implications of Llandovery conodonts in the Precordillera of Argentina. *Geol. Mag.* 136/2: 119-131.
  - Maury, C.J. 1929. Uma zona de Graptolitos do Llandovery inferior no Río Trombetas, Estado do Pará, Brazil. *Ser. Geol. Min. Brazil, Mon.* VII: 1-53.
  - Melendi, D.L. y W. Volkheimer. 1982. Datos palinológicos del límite ordovícico-

- silúrico de Talacasto, Provincia de San Juan. *Asoc. Geol. Arg. Rev.* XXXVII: 221-236.
- Mikulic, D.G., D.E.G. Briggs y J. Kluessendorf. 1985. A new exceptionally preserved biota from the Lower Silurian of Wisconsin, U.S.A. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 311: 75-85.
  - Nitecki, N.H. 1972. North American Silurian Receptaculitid Algae. *Fieldiana Geol.* 28: 1-108.
  - Palacios, O. 1991. El Silúrico-Devónico en el sur del Perú. *Rev. Téc. YPF* 12 (1): 113-117.
  - Racheboeuf, P.R. y L. Branisa. 1985. New data on Silurian and Devonian Chonetacean Brachiopods from Bolivia. *J. Pal.* 59: 1426-1450.
  - Sanchez, T.M. 1989. Bivalvos paleotaxodóntidos de la Formación Lipeón (Silúrico) de la Sierra de Zapla, Provincia de Jujy, Argentina. *Ameghiniana* 26: 173-189.
  - Sanchez, T.M. 1991. El género *Dualina* (Bivalvia, Praecardioidea) en la Formación Lipeón (Silúrico) Sierra de Zapla, Provincia de Jujuy, Argentina. *Ameghiniana* 28: 31-34.
  - Scotese, C.R. y W.S. McKerrow. 1990. Revised World maps and Introduction. En W.S. McKerrow y C.R. Scotese (editores) *Palaeozoic Palaeogeography and Biogeography*: 1-21. *Geol. Soc. Memoir* 12. London.
  - Suarez-Riglos, M. 1975. Algunas consideraciones bioestratigráficas del Silúrico-Devónico en Bolivia. I° Congr. Arg. Paleont. y Bioestr. (Tucumán, 1974) *Actas* I: 293-317.
  - Scrutton, C.T. 1971. Paleozoic Corals Faunas from Venezuela, I. Silurian and Permian-Carboniferous Corals from the Mérida Andes. *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Geol.* 20: 186-227.
  - Toro, B.A. 1995. Primer hallazgo de graptolitos del Silúrico (Llandoveryano) en la Cordillera Oriental, Provincia de Jujuy, Argentina. *Ameghiniana* 32: 375-384.
  - Turner, J.C.M. 1979. Paleozoico inferior de América del Sur. *Acad. Nac. Ci. Ex., Fís. y Nat., Anales* 31: 25-71.
  - Van der Voo, R. 1988. Paleozoic paleogeography of North America, Gondwana, and intervening displaced terranes: comparisons of paleomagnetism with paleoclimatology and biogeographical patterns. *Geol. Soc. Amer.* 100: 311-324.
  - Voges, A. 1968. Zur Stratigraphie silurischen und devonischen Schichten Boliviens und Nordwest argentinens. *Beih. Geol. Jahrb.* 74: 203-232.

- Wolfart, R. 1961. Stratigraphie und Fauna des alteren Paläozoikums (Silur Devon) in Paraguay. Geol. Jb. 78: 29-102.
- Ziegler, A.M. 1965. Silurian Marine communities and their environmental significance. Nature 207: 270-272.
- Ziegler, A.M., K.S. Hansen, M.E. Johnson, M.A. Kelly, M.A. Scotese y C.R. van der Voo. 1977. Silurian continental distribution, paleogeography climatology and biogeography. Tectonophysics 40: 13-51.