

HISTORIA DE LA GEOLOGÍA PRECÁMBRICA DE URUGUAY: REVISIÓN DE LAS DIVISIONES ESTRUCTURALES, TECTO- ESTRATIGRÁFICAS SUS LÍMITES Y NOMENCLATURAS

Núñez Demarco, P.^{1,2}, Masquelin, H.¹, Sánchez Bettucci, L.^{1,3}

1 Instituto de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias - Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.
2 InGeBa, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina
3 Observatorio Geofísico del Uruguay OGU, Facultad de Ciencias-Universidad de la República

OPEN ACCESS

Resumen

Edited by:
Lic. Néstor Campal
DINAMIGE
Uruguay

Reviewed by:
Judith Loureiro
DINAMIGE
Uruguay

Corresponding author:
Pablo Núñez Demarco
pnunez@fcien.edu.uy

Received: 15 Nov 2018

Accepted: 21 Dic 2018

Published: 22 Jan 2019

Citation:
Núñez Demarco P., Masquelin,
H. Sánchez Bettucci, L.
(2018) Historia de la geología
precámbrica de Uruguay:
Revisión de las divisiones
estructurales, tecto-
estratigráficas sus límites
y nomenclaturas, Revista
Investigaciones, Montevideo,
1(2):1-16

En este trabajo presentamos una revisión histórica de la evolución del conocimiento geológico en Uruguay, y particularmente, de las divisiones estructurales precámbricas del territorio nacional. Mostramos su relación contextualizada para cada etapa de la evolución de las teorías y técnicas experimentales regionales y globales. Las divisiones del precámbrico uruguayo comenzaron siendo litológicas según el grado de metamorfismo al que se asociaban. En la década de 1970, la caracterización de las unidades de la región siguió un esquema geocronológico en base a ciclos orogénicos y macizos cristalinos en el marco de la Teoría Geosinclinal. Sólo más tarde, en la década de 1980, con el establecimiento y refinamiento de la Teoría de la Tectónica de Placas, comenzaron a dividirse las unidades siguiendo el concepto de cratón y posteriormente, en los 90, según el concepto tectónico de terreno. Así, se establecieron nuevas subdivisiones estructurales que son, de Oeste a Este: el Terreno Piedra Alta, el Terreno Nico Pérez y el Cinturón Dom Feliciano o Cinturón Cuchilla Dionisio y las unidades antagónicas: Terreno Cuchilla Dionisio y Terreno Punta del Este. Sin embargo, cada una de estas unidades presenta sus controversias y divergencias, ya sea en su definición, su nomenclatura o sus límites y se encuentra en constante evolución en la actualidad, entorpeciendo a veces la comprensión de la evolución geológica regional y la ubicación de yacimientos energéticos y minerales. En este trabajo buscamos presentar una revisión bibliográfica sólida para el fundamental entendimiento de los esquemas estructurales y dilucidar las controversias y divergencias de los modelos de evolución geológica del Uruguay actual.

Palabras clave: Terreno Piedra Alta, Terreno Nico Pérez, Cinturón Dom Feliciano, Terreno Punta del Este, Terreno Cuchilla de Dionisio.

“Nuestro problema en la reconstrucción de la historia temprana de los continentes involucraría algún tipo de dislexia geológica. Las historias en las rocas parecen cambiar con cada década a medida que los geólogos desarrollan nuevos instrumentos observacionales y llevan nuevas hipótesis al campo”

D.G. Howell.

Introducción

El conocimiento de los rasgos litológicos y estructurales del Escudo Uruguayo resulta de fundamental importancia para comprender la evolución geológica de la región, el desarrollo de las distintas cuencas fanerozoicas, y la ubicación de los distintos yacimientos minerales en el Uruguay. Año a año el conocimiento geológico del país crece, volviéndose más diverso y complicado. La avalancha de publicaciones y la enorme variedad de temas estudiados, con sus sutilezas, en los tiempos modernos ha reducido drásticamente la capacidad de procesar semejante proliferación de información. Si bien los avances del conocimiento del escudo han sido significativos, la definición, el reagrupamiento y redefinición de unidades litoestratigráficas formales e informales, fallas, bloques y otras entidades geológicas han llevado a una “esterilidad y pseudo-progreso” de la estratigrafía del Precámbrico en Uruguay (Masquelin, 2006, p. 42). Por un lado, la escasez de datos e informaciones, como mapas en detalle, y el reconocimiento de discordancias, y por otro, el olvido u omisión sistemático de mapas y trabajos inéditos (especialmente tesis de grado, maestría y doctorado), las malas interpretaciones, confusiones y discusiones estériles, han resultado en la pérdida o el pobre aprovechamiento de la información disponible. Esto se debió también a la difusión de estas publicaciones en papel, que no lograron superar las barreras nacionales, hasta entrados los noventa, cuando comenzó la difusión masiva y exponencial de los medios digitales, a través de revistas en internet. Fue en parte por esa falta de acceso a literatura anterior a 1995 que diferentes autores definieron y redefinieron con distintos nombres las unidades ya existentes, basándose en criterios dispares. Definiciones y redefiniciones, por autores que no consideraron rigurosamente los antecedentes geológicos o los códigos estratigráficos, generaron una proliferación y confusión terminológica; lo que ha sin duda dificultado el intento de correlación entre secuencias, así como su interpretación paleoambiental.

El presente ensayo de revisión busca balancear, de algún modo, el escaso conocimiento de los antecedentes, criterios y modelos de la geología uruguaya. Presentamos una revisión bibliográfica completa y plural de la historia de las divisiones estructurales en Uruguay, la cual es

fundamental para comprender las razones y conceptos que dan lugar a las actuales definiciones, controversias y divergencias en sus esquemas tectónicos y estratigráficos, sin desconocer el hecho que desajustes de esta naturaleza ocurren en todo el mundo y son inevitables al avance de conocimiento.

Geología General

En Uruguay el basamento cristalino aflora principalmente al Sur del río Negro, y al Norte de éste, en las llamadas “islas cristalinas” de Cuñapirú-Vichadero, en Rivera y Aceguá en Cerro Largo, ocupando el 44% de la superficie del territorio nacional (Fig. 1). Este basamento está constituido por rocas metamórficas e intrusiones plutónicas, así como por diversas rocas hipoabisales. Las rocas metamórficas comprenden gneises, migmatitas, granulitas, esquistos, anfibolitas y rocas metamórficas de bajo grado. Aunque rocas cristalinas no graníticas originalmente se dividían en migmatitas y ectinitas. Se observan también transiciones graduales entre gneises, migmatitas y rocas graníticas. Estas rocas fueron afectadas por diversos eventos de deformación, intrusiones magmáticas, anatexis, erosión e intemperismo. En toda su extensión se observan cinturones de rocas metamórficas. En su mayoría se trata de estructuras alargadas, compuestas por rocas de protolitos volcánicos y sedimentarios, intercaladas tectónicamente y presentando grado de metamorfismo que varía desde incipiente a medio. Dichas rocas fueron afectadas por deformación y recortadas por intrusiones plutónicas e hipoabisales, al igual que su basamento gnéisico-migmatítico. Debido a las dificultades para separarlas y establecer una estratigrafía coherente o por mera simplificación, estas rocas son comúnmente agrupadas junto con el Basamento Cristalino, en lo que se denomina **Escudo Uruguayo** (Masquelin, 2006), **Zócalo Cristalino** (Preciozzi et al., 1979), **Escudo Precámbrico**, **Predevónico** o **Predevoniano** (Bossi et al., 1965). Según Almeida (1951) y Caorsi & Goñi (1958) estas unidades junto con el Escudo Bonaerense conforman la porción más austral del Escudo Brasileiro o Escudo de la Brasilia (Almeida 1951; Caorsi y Goñi, 1958), comprendiendo rocas precámbricas indiferenciadas, que son el basamento cristalino de la Cuenca de Paraná.

Las rocas que constituyen estas unidades en Uruguay están parcialmente recubiertas por grandes áreas de depósitos sedimentarios fanerozoicos. Al Sur están parcialmente cubiertas por cuencas volcano-sedimentarias extensionales -cuenca del Santa Lucía y cuenca de la Laguna Merín-, relacionadas a la apertura del Océano Atlántico durante el Mesozoico. Al Norte, se encuentran cubiertas por sedimentos y depósitos volcánicos devónicos a cenozoicos que forman la denominada Cuenca Norte (porción sur de la cuenca de Paraná)..

Antecedentes de la Geología Precámbrico

Los primeros relevamientos y descripciones geológicas del país se deben a [Larrañaga \(1809\)](#), [Guillemain \(1911\)](#), [Walther \(1911, 1919, 1920, 1924, 1927\)](#), y posteriormente [MacMillan \(1931-1933\)](#). Este último definió la **Serie de Minas**, como el conjunto de rocas metamórficas que se encuentra en discordancia sobre los gneises más antiguos, a los que denominó **Complejo Arcaico**. Su propuesta estratigráfica se basaba en la idea que, las rocas con mayor metamorfismo son más antiguas; tesis dominante en esa época.

[Lambert \(1941\)](#) mantuvo las divisiones de lo que llamó Terrenos Antecámbricos en: Complejo Arcaico y Serie de Minas; pero para evitar confusiones con la Serie homónima del estado de Minas Gerais, en Brasil, propuso la denominación **Serie de Minas del Uruguay**.

Más tarde [Caorsi y Goñi \(1958\)](#) redefinieron parte de la geología uruguaya, y las unidades pasaron a designarse con nombres locales modernos. Dejaron de lado el término Complejo Arcaico y lo reemplazaron por el término: Basamento Cristalino, de presunta edad Arcaica. También renombraron a la Serie de Minas como **Serie de Lavalleya** o **Serie metamórfica de Lavalleya** de presunta edad Proterozoica –intentando evitar definitivamente las sinonimias con las unidades del Brasil -. La Serie así nombrada se definió como: el conjunto de

rocas metamórficas superpuestas en discordancia angular y erosiva con el basamento cristalino ([Caorsi y Goñi, 1958](#)). Comprende a esta Serie principalmente: cuarcitas, pelitas, pizarras, filitas, calizas marmóreas y mármoles interestratificados con rocas volcánicas y productos derivados de éstas ([Caorsi y Goñi, 1958](#)).

Posteriormente [Goñi \(1958\)](#) y [Goñi et al., \(1962\)](#) según cita [Goñi y Hoffstetter \(1964\)](#); introdujeron, más modificaciones en la estratigrafía, gracias al aporte de otros investigadores como [Jones \(1956\)](#). Sus investigaciones permitieron dividir en dos unidades a la Serie de Lavalleya, teniendo en cuenta sus litologías y relaciones de contacto con granitos intrusivos.

Buscando adoptar criterios litoestratigráficos internacionales, [Bossi et al. \(1965\)](#) modificaron todas las nomenclaturas y divisiones previas de acuerdo con código de la Subcomisión Internacional sobre Terminología Estratigráfica - SITE - ([Krumbein y Sloss, 1951](#)). Estos autores propusieron la simplificación del perfil estratigráfico nacional, adoptando el término Predevoniano, para agrupar a todas las litologías antiguas. Esta propuesta se basó en la imposibilidad de establecer un “perfil” estratigráfico más preciso, ya que hasta ese momento solo se tenían datos litológicos. A su vez, objetaron la utilización del término “Serie”, el cual correspondía a una unidad cronoestratigráfica y no litoestratigráfica. Por lo tanto, instaron a utilizar el término litoestratigráfico “Grupo” en su lugar; esto llevó a redefinir, por ejemplo, a la Serie Lavalleya como Grupo Lavalleya.

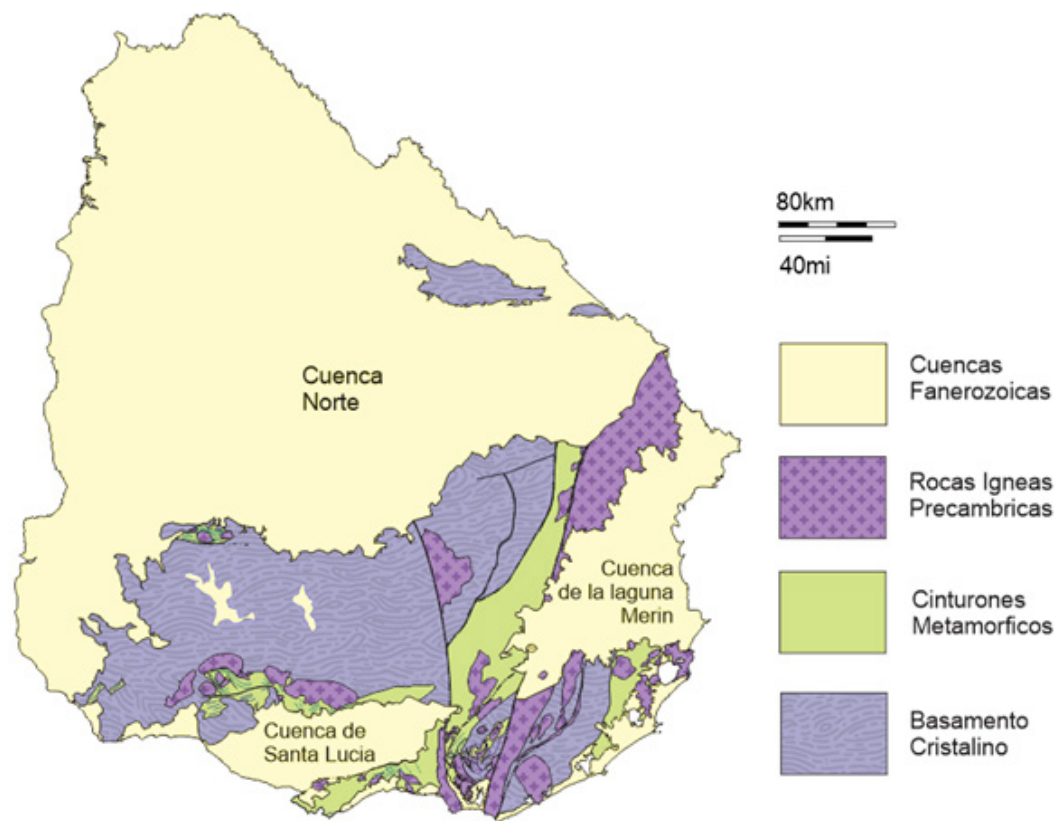


Figura 1.- Mapa geológico simplificado del Uruguay (Modificado de [Preciozzi et al., 1985](#), [Sánchez Bettucci et al., 2010](#), [Oyhantcabal et al., 2010](#), [Masquelin et al., 2017](#))

Ciclos Orogénicos

Es importante remarcar que desde fines de los sesenta, en todo el mundo se comenzó a separar las unidades rocosas en base a una supuesta alternancia entre los eventos de creación y erosión de cadenas montañosas, enmarcados dentro de la Teoría Geosinclinal. Estos eventos permitían agrupar a un conjunto de rocas pertenecientes a un mismo episodio geológico, conocido como Ciclo Orogénico (Harpum 1960). Estos episodios quedaban comprendidos entre la edad de la roca deformada más joven y la roca más antigua sin deformar, según dataciones radiométricas. Las primeras edades K-Ar obtenidas en África, le permitieron a Kennedy (1964) definir el **Ciclo Orogénico Pan-Africano**, comprendido entre los 730 Ma y 550 Ma, como un evento que afecta amplias áreas del continente Africano. Esta década aportó también las primeras dataciones radiométricas producidas por Hart (1966), Bossi et al. (1967), Bossi y Ferrando (1969) los cuales reconocieron por primera vez que las fajas de rocas metamórficas y plutones del centro-este, del “Escudo Uruguayo”, eran más jóvenes que las del oeste. Quedó así planteada una nueva columna estratigráfica para el “Escudo Uruguayo” al definir tentativamente dos conjuntos de rocas asociados a dos ciclos orogénicos dentro del Predevoniano; el llamado **Ciclo Orogénico Moderno** (700 y 500 Ma, Neoproterozoico-Cámbrico) y un **Ciclo Orogénico**

Antiguo (~ 2000 Ma, Paleoproterozoico)

Ferrando y Fernández (1971), utilizando los datos geocronológicos de Umpierre y Halpern (1971), notaron que el “Predevoniano” puede dividirse en dos grandes unidades (Figura 2). (i) El **Zócalo del Río de la Plata** caracterizado como una unidad tectónica asociada a un evento orogénico entre los 2100 y 1800 Ma, en el que se identifican tres bandas de rocas metamórficas con direcciones casi EW, denominadas formaciones Montevideo, Paso Severino, y Arroyo Grande. (ii) El **Zócalo del Sureste**, resultante de un evento orogénico entre los 700 y 500 Ma, integrado por tres bandas orientadas NNE, dos compuestas por rocas metamórficas, y una banda central compuesta por granitos y migmatitas. El Grupo Lavalleja representaba las dos bandas de rocas metamórficas, una en los alrededores de Minas y, la otra, al Este de la ciudad de Rocha, y la formación Sierra Ballena representando a una tercera zona de deformación.

Más tarde, como los mismos Ferrando y Fernández (1971) notaran, el ciclo Antiguo fue vinculado al **Ciclo Orogénico Trans-Amazónico** (2200 a 1800 Ma, Teruggi y Kilmurray, 1975, 1980; Dalla Salda et al., 1987, 1988) con anterioridad definido en Brasil; mientras que el Ciclo Moderno pasó a ser correlacionado con el Ciclo Orogénico Pan-americano (Harrington, 1975) o **Ciclo Orogénico Brasileño** (570-900 Ma, Almeida et al., 1976).

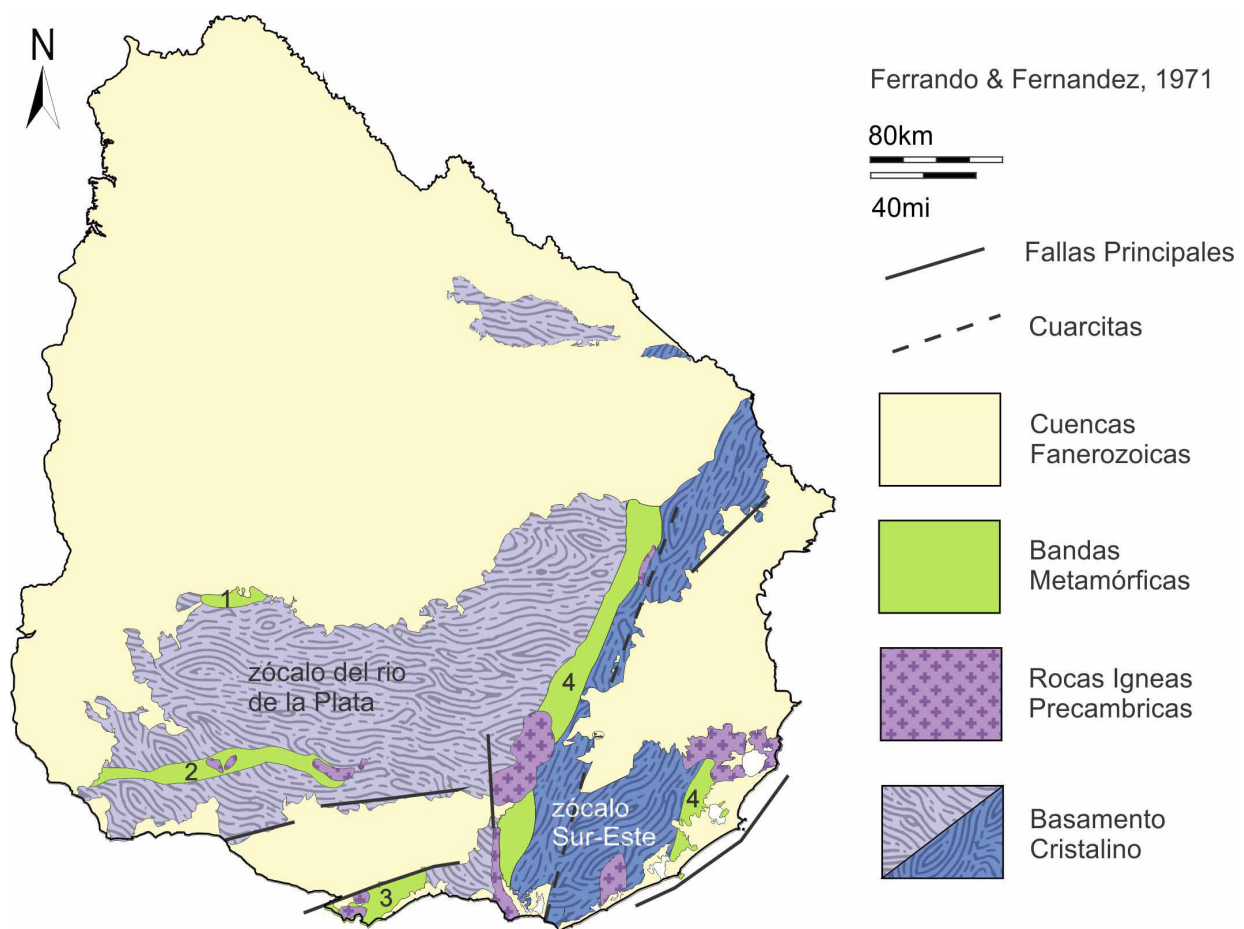


Figura 2- Mapa geológico del Uruguay según Ferrando y Fernández (1971). 1- Formación Arroyo Grande, 2- Formación Paso Severino, 3- Formación Montevideo, 4- Grupo Lavalleja. Digitalizado de Ferrando y Fernández, 1971, Fig.2.

La Tectónica de Placas

A partir de los años '70, con el establecimiento de la Teoría de la Tectónica de Placas, se incorporaron nuevas interpretaciones y criterios. Bajo este nuevo paradigma se adaptó el término “**cratón**” para referirse a una parte relativamente estable de un continente o placa continental, no afectada por la actividad tectónica en los márgenes continentales (cf. [Park & Jaroszewski, 1994](#)). Este concepto contrastaba con el de “cinturones móviles” o “cinturones orogénicos” los cuales eran zonas relativamente estrechas caracterizadas por deformación de las rocas supracorticales. Esta década se caracterizó por la transición en el que los conceptos descriptivos comenzaron a ser aplicados aun antes de que la Teoría de la Tectónica de Placas fuese totalmente aceptada. En ese contexto, [Almeida et al. \(1973\)](#) propusieron la denominación **Cratón del Río de la Plata** compuesto en su mayoría por rocas paleoproterozoicas sin retrabajamiento térmico o mecánico, como oposición al cinturón móvil Ribeira compuesto por macizos y fajas plegadas y corridas que se observaban en el margen atlántico de Uruguay y Brasil ([Hasui et al., 1975](#)).

En la primer carta geoestructural del Uruguay, [Preciozzi et al. \(1979\)](#) dividieron el basamento cristalino del país según criterios crono-litoestratigráficos y tectónicos

en dos unidades o “zócalos”; una unidad con edades correlativas al transamazónico (más con un sentido de edad que de ciclo orogénico, propiamente dicho), que constituye el basamento de la Cuenca del Río de la Plata, denominado como **Cratón del Uruguay** (en su momento entendido como una posible extensión del Cratón Amazónico) y una unidad de edades correlativas al Brasiliano, que constituye el Zócalo del Área Atlántica. La división se estableció por un lineamiento estructural que unía Sierra de las Ánimas con el Cerro de las Cuentas desapareciendo en el norte bajo la cobertura sedimentaria fanerozoica ([Fig. 3](#)). Es de destacar que, esta división coincide con los límites y zonas propuestas por [Ferrando y Fernández \(1971\)](#). Cada zócalo (porción de Basamento Cristalino) fue dividido, a su vez, en dos regiones (ver [Fig.3, Preciozzi et al., 1979](#)). El zócalo de la Cuenca del Río de la Plata se dividió tentativamente, al este y al oeste del llamado “límite de la orogénesis brasiliana”, orientado NE-SW (siguiendo la propuesta inicial de [Ferrando y Fernández, 1971](#)), según una discontinuidad interna definida como “Falla Sarandí del Yí” ([Preciozzi et al., 1979](#)). Mientras tanto, el Zócalo del Área Atlántica se dividió en una región al norte de la cuenca de la laguna Merín y otra al sur de la cuenca y contigua al litoral atlántico ([Preciozzi et al., 1979, p. 31 a 34](#)).

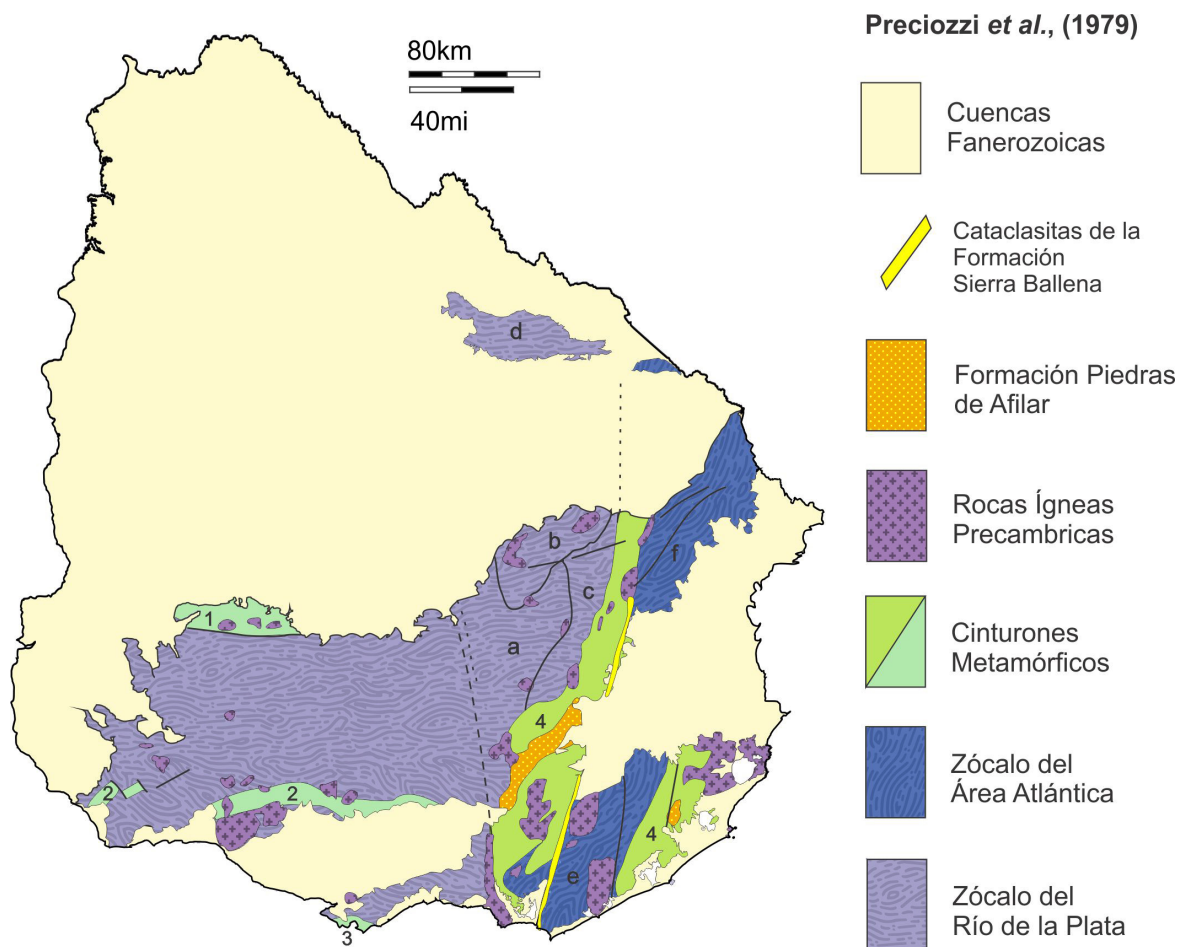


Figura 3. Mapa geoestructural del Uruguay de [Preciozzi et al. \(1979\)](#). (1) Formación Arroyo Grande; (2) Formaciones San José, Paso Severino y Cerros San Juan; (3) Formación Montevideo; (4) Grupo Lavalleja-Rocha; (a) Subregión Valentines; (b) Subregión Pablo Páez; (c) Subregión Pavas; (d); Subregión Cuñapirú-Vichadero; (e) Región del Arroyo Alférez; (f) Región Cuchilla Dionisio-Sierra de los Ríos. Digitalizado de [Preciozzi et al. \(1979\)](#).

Hacia finales de los '70 los diversos cinturones orogénicos precámbricos, situados a los márgenes atlánticos de América del Sur y África comenzaron a ser entendidos como partes integrantes de un único orógeno "Damara-Ribeira" desarrollado en Gondwana durante un ciclo orogénico Pan-Africano-Brasiliano (850 - 500 Ma) (Porada 1979). Esto derivó inmediatamente en la propuesta de Fragoso-Cesar (1980) sobre la existencia del **Cinturón Dom Feliciano**, entendido como una faja orogénica neoproterozoica (de acuerdo a la Teoría de la Tectónica de Placas) ubicado a lo largo del borde oriental del Cratón del Río de la Plata, y aflorando en el extremo meridional del escudo atlántico (sur de Brasil y Uruguay), incluyendo al "zócalo del área Atlántica" (Preciozzi et al., 1979). Esta faja orogénica fue separada del "cinturón plegado Ribeira" (Hasui et al., 1975), previamente identificado más al norte, en Brasil (Ver Fig. 5), pero dentro de la misma "Provincia Mantiqueira" (Jost y Hartmann 1984), más recientemente transformado en "Sistema Orogrénico Mantiqueira" (Hasui 2012).

Tomando en cuenta esta definición de Cinturón Dom Feliciano, Fragoso Cesar y Soliani (1984) y Fragoso Cesar et al. (1987) separaron diferentes zonas y unidades dentro del Escudo Uruguayo (Fig. 4), siguiendo las definiciones de autores previos (Bossi et al., 1967,

1975; Ferrando y Fernández 1971; Preciozzi et al., 1979, 1985 y Soliani Jr., 1986). Estos autores definieron más apropiadamente al Cratón del Río de la Plata, al notar que éste está constituido por dos terrenos distintos, de edades paleoproterozoicas: (i) El **Terreno Granite-Greenstone de Uruguay** compuesto por gneises y migmatitas, cubiertos por rocas de bajo grado metamórfico: formación Paso Severino, Bossi et al. (1967) o *Greenstone Belt* Paso Severino, Fragoso Cesar (1980, 1991), y formaciones San Juan, San José y Arroyo Grande, los cuales son cortadas por diversos granitos. (ii) El terreno denominado **Cinturón Granulítico Valentines** compuesto de gneises granulíticos asociados a granitoides y migmatitas diversas, además de las rocas de la Isla Cristalina de Rivera.

Además, estos autores separaron en tres zonas al Zócalo del Área Atlántica (*sensu* Preciozzi et al. 1979). Las Zona Occidental, Central y Oriental (Fig. 4), se componen de un basamento de gneises pre-brasilianos, un conjunto de rocas supracorticales brasilianas (supracorticales Lavalleja, Paso del Dragón, Rocha), granitoides sin- tardi- y post-tectónicos, un complejo volcánico y/o piroclástico (Formación Sierra de Animas, Formación Sierra de Ríos) y restos de una cobertura molásica (Formación Barriga Negra, Cerros Aguirre).

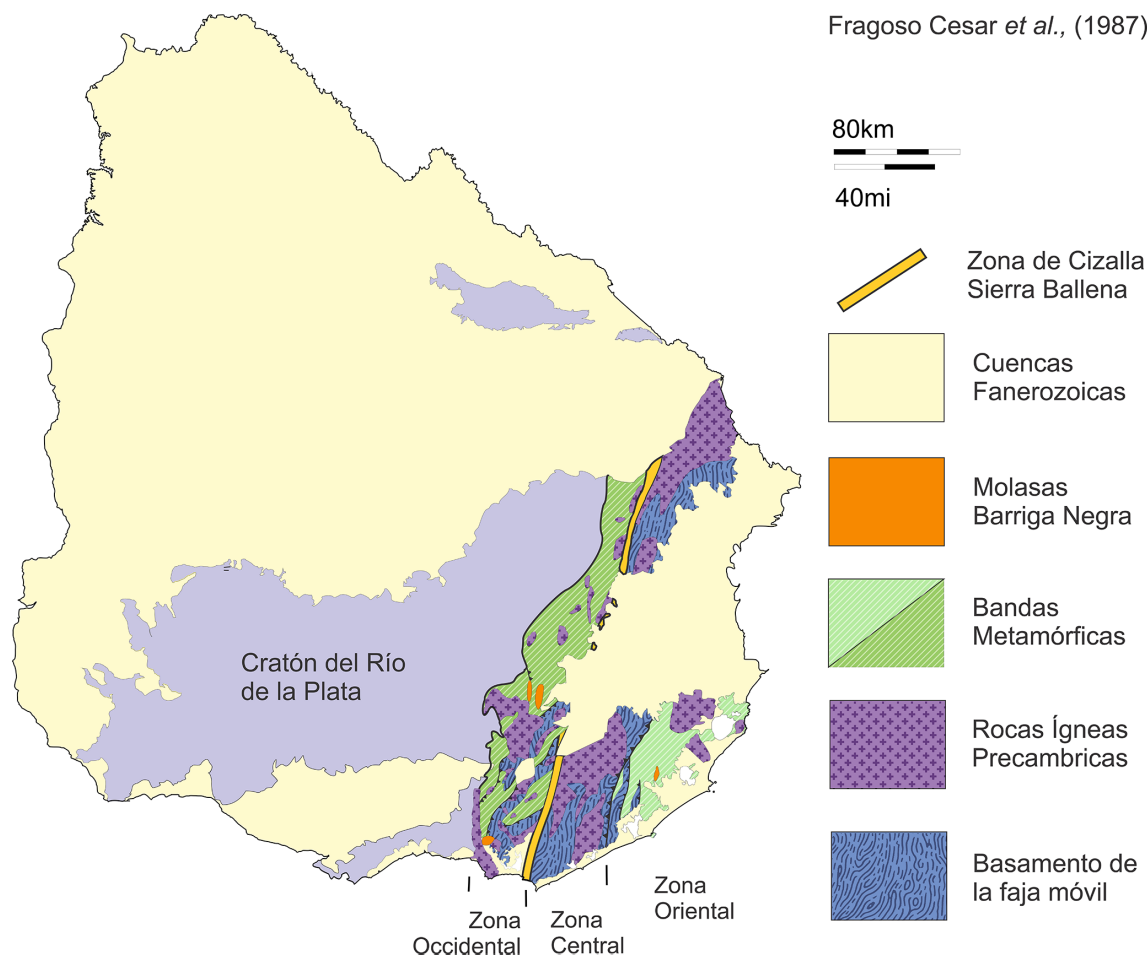


Figura 4. Mapa geoestructural del Uruguay digitalizado de Fragoso César et al., (1987). Note que los autores no presentan un mapa para la región del Cratón del Río de la Plata. Adaptado de Fragoso César et al. (1987).

Terrenos y Zonas de Cizalla

En la década de 1980, ocurren nuevos cambios en el paradigma reinante. El modelo clásico de tectónica de placas, basado en el concepto del “Ciclo de Wilson” (Wilson 1966) fue considerado demasiado simplista como para ser aplicada a los orógenos antiguos, por lo que se modificaron nuevamente todas las interpretaciones sobre los mismos. El modelo de Wilson imponía que los continentes se unen y se separan siguiendo antiguas líneas de sutura; y asumía que dominios diferentes pero vecinos deben tener relaciones genéticas en común. Sin embargo, los continentes ya no eran vistos como una única placa rígida sino como un conjunto de bloques, relativamente rígidos, capaces de separarse o amalgamarse en diversas configuraciones. Se denominó con el término “Terreno” a estos bloques caracterizados por homogeneidad interna y continuidad en su estratigrafía estilo tectónico e historia (Coney et al., 1980, Howell 1989). El resultado fue una expansión de la teoría previa; el mecanismo de colisión continental pasó a ser entendido como un proceso de acreción de fragmentos continentales; en cuanto que, la división continental pasó a interpretarse como la dispersión de terrenos hacia nuevas masas continentales. Los nuevos avances en tectónica y la concepción de terrenos también trajeron un nuevo entendimiento de los grandes lineamientos estructurales que previamente eran interpretados como meras fallas. A partir de los ‘90, estos lineamientos pasaron a ser entendidos como grandes zonas

de deformación dúctil (zonas de cizalla) que no tardaron en ser reconocidas como grandes límites estructurales de los Terrenos (Schermer et al., 1984, p 110).

En Uruguay, la **Zona de Cizalla Sarandí del Yí** fue inicialmente identificada como una “línea estructural cataclástica N10°W” y definida como la “falla de Sarandí del Yí” (Preciozzi et al. 1979), para ser luego redefinida como la “zona de sutura Sarandí del Yí - Las Ánimas” (Gómez Rifas, 1989), “Lineamiento Sarandí del Yí-Piriápolis” (Bossi y Campal 1992), “Falla dextral Sarandí del Yí-Arroyo Solís Grande” (Oyhantçabal et al., 1993), “Zona de Cizalla Sarandí del Yí - Piriápolis” (Masquelin y Sánchez Bettucci, 1993; Preciozzi et al., 1999), para devenir finalmente en la “Zona de Cizalla Sarandí del Yí” (Oyhantçabal et al., 2005, 2011; Sánchez Bettucci et al. 2010; Masquelin et al., 2017). Esta se extiende a lo largo de 250 km en dirección casi NS, alcanzando hasta 15 km de ancho. En particular Bossi y Campal (1992) la reconocieron como una zona de cizalla dextral tras observar la inflexión de un haz de diques máficos que se podía fotointerpretar en la región Este del Departamento de Florida (Cratón del Río de la Plata), aunque posteriormente Oyhantçabal et al. (1993;2005) demostraron que esta zona de cizalla tiene un sentido sinistral superpuesto al dextral.

Este lineamiento sirvió de base a Fragoso Cesar et al., (1984) para su división del Cratón del Río de la Plata en dos bloques. Pero las nuevas evidencias cartográficas e isotópicas ante la nueva teoría de los “terrenos” permitieron reinterpretar a estos dos bloques estructurales como dos

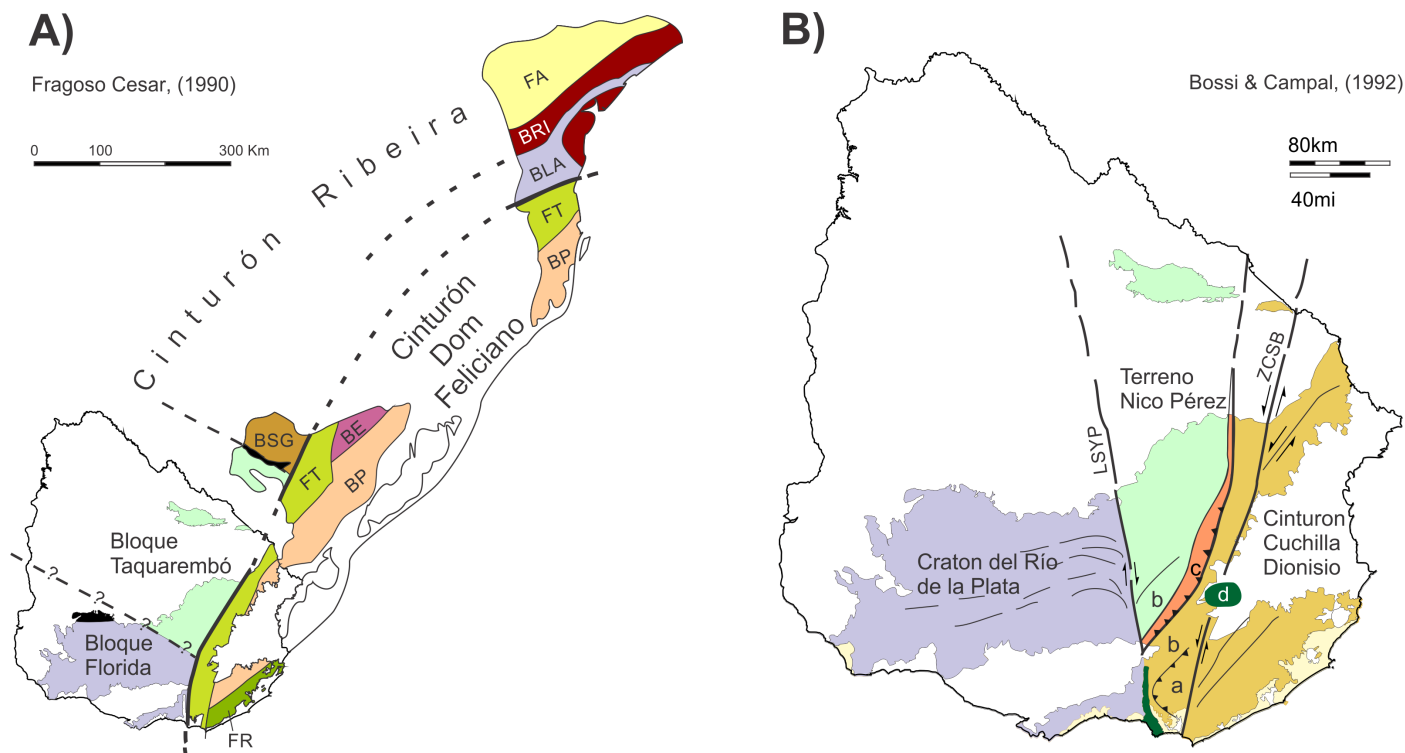


Figura 5. A) Esquema Tectónico según Fragoso Cesar (1990): El Cinturón Ribeira está compuesto por: (FA) Faja Apiaí, (BRI) Bloque Rio Iguacú, (BSG) Bloque São Gabriel y Bloque Taquarembó. El Cinturón Dom Feliciano se compone de: (FT) Faja Tijucas, (BE) Batólito Encruzilhada do Sul, (BP) Batólito Pelotas, (FR) Faja Rocha. El Cratón del Río de la Plata está representado por el Bloque Florida y (BLA) Bloque Luiz Alves. Digitalizado de Fragoso Cesar (1990, Fig. 2.1). B) Esquema Tectónico según Bossi y Campal (1992): (LSYP) Lineamiento Sarandí del Yí, (ZCSB) Zona de Cizalla Sierra Ballena. (a) y (b) rocas supracorticales metamórficas de bajo y medio grado. (c) Milonitas muscovíticas (granitos tipo “S”), (d) magmatismo sienítico cambriico-ordovicico. Digitalizado de Bossi y Campal (1992, Fig. 2 y 3).

terrenos tectónicos distintos, separados por la susodicha zona de cizalla. De esta forma [Fragoso Cesar et al., \(1990\)](#) separó (i) el **Bloque Florida** al oeste de la Zona de Cizalla Sarandí del Yi conformado principalmente por el Terreno *Granito-Greenstone* de Uruguay, y al Este (ii) el **Bloque Taquarembó**, originalmente definido en el sur de Brasil ([Naumann et al., 1984](#)) y redefinido, por el autor, para incluir a las unidades uruguayas y (iii) el cinturón Dom Feliciano ([Fig. 5A](#)). Mientras que, por su parte, [Bossi y Campal \(1992\)](#) y [Bossi et al. \(1993\)](#) dividieron de forma análoga el escudo uruguayo (ver [Fig. 5B](#)) en: (i) El **Cratón del Río de la Plata** ([Almeida et al., 1973; Ramos 1988](#)) ubicado al oeste de la zona de cizalla Sarandí del Yi, (ii) **Terreno Nico Pérez**, ubicado al este de la zona de cizalla Sarandí del Yi y (iii) **Cinturón Cuchilla de Dionisio** ([Preciozzi et al., 1991, según Preciozzi et al., 1993; Bossi y Campal 1992](#)).

El Terreno Nico Pérez

[Bossi y Campal \(1992\)](#), definieron primeramente al Terreno Nico Pérez, ubicado al este de la zona de cizalla, comprendiendo a los bloques estructurales de Valentines, Pavas y las “islas cristalinas” de Rivera. Si bien, el Terreno Nico Pérez fue aceptado por la mayor parte de los investigadores; sus límites, sus unidades internas y su interpretación geológica y tectónica, continuaron siendo motivos de disputas y controversias ([Fig. 6](#)).

En cuanto a las “islas cristalinas”, los primeros en hacer referencia a los macizos o ventanas de rocas cristalinas que afloran dentro de la Cuenca Norte de Uruguay fueron [Marstrander \(1915\)](#), [MacMillan \(1931\)](#), [Goñi et al. \(1962\)](#) y [Bossi \(1966\)](#). Inicialmente fueron denominados “islas cristalinas” de (i) Cuñapirú-Vichadero y (ii) Aceguá ([Caorsi y Goñi, 1958; Ferrando y Fernández, 1971; Fig. 2](#)). [Preciozzi et al. \(1979\)](#) nombra a la primera como (i) “Subregión Cuñapirú-Vichadero” ([Fig. 3](#)), y posteriormente [Preciozzi et al. \(1985\)](#) se refieren a estas regiones indistintamente como (i) “Zócalo de Cuñapirú-Vichadero”, “Zócalo de Rivera”, “Isla Cristalina de Rivera” o “Basamento Cristalino de Rivera” y (ii) “granito de Aceguá” o “Zócalo de Aceguá” lo que destaca el carácter informal y descriptivo de estos nombres. De estas denominaciones ha prevalecido la denominación (i) **isla cristalina de Rivera** ([Soliani Jr., 1986; Cordani y Soliani Jr., 1990; Masquelin 1993; Ellis 1998; de Quadros et al., 2002; Cazaux 2008; Oyhantçabal et al., 2012](#)) e (ii) **isla cristalina de Aceguá** ([Cordani y Soliani Jr., 1990](#)).

En la Isla Cristalina de Rivera, se observan granulitas y paragneises de protolito vulcano-sedimentario, junto con formaciones de hierro bandeadas (BIF), hornfels piroxénicos y mármoles forsteríticos y secundariamente granitoides ([Goñi et al. 1962; Arrighetti et al. 1981; Masquelin 1993; Ellis 1998](#)) mientras que en la isla cristalina de Aceguá predominan los granitoides ([Preciozzi et al. 1985](#)).

La “isla cristalina” de Rivera fue incluida dentro del Zócalo del Río de la Plata ([Ferrando y Fernández 1971, Preciozzi et al., 1979, ver Fig. 2 y 3](#)) y más tarde en el Terreno Nico Pérez ([Bossi y Campal 1992, ver Fig.4](#)), mientras que la “isla cristalina” de Aceguá fue incluida dentro del Zócalo Sur-Esto o Zócalo del Área Atlántica ([Ferrando y Fernández 1971, Preciozzi et al. 1979, Fig. 2 y 3](#)), incluida en el Bloque Taquarembó ([Fragoso Cesar 1990](#)), excluida del Terreno Nico Pérez ([Bossi y Campal 1992, Figura 5B](#)) para ser luego incluida en el Terreno Nico Pérez ([Bossi y Gaucher 2004, Bossi y Cingolani 2009](#)) o en el Cinturón Dom Feliciano ([Masquelin et al., 2011, 2017](#)) - véase [Fig 6-](#).

El **Bloque Valentines** ([Masquelin, 2006](#)), originalmente descrito como las Subregiones Valentines y Pablo Paez ([Preciozzi et al. 1979, Fig.3](#)), es un término informal, pero ampliamente utilizado para referirse a las unidades al sur de la Cuenca Norte comprendidas entre la Zona de Cizalla Sarandí del Yi y la “Falla Cueva del Tigre” ([Preciozzi et al. 1979; Fesefeldt, 1988](#)), también llamada “Zona de Cizalla Sierra de Sosa” ([Campal y Schipilov 1995](#)) o “Zona de Cizalla Cueva del Tigre” ([Sánchez Bettucci et al., 2010](#)). Este bloque incluye a la Formación Valentines - granulitas - ([Bossi et al., 1975](#)) y las intrusiones ígneas proterozoicas ([Fig. 6](#)). Este Bloque es agrupado junto con las rocas granulíticas de la Isla Cristalina de Rivera bajo diferentes denominaciones: **Cinturón Granulítico Valentines** ([Fragoso Cesar et al., 1987](#)), **Complejo Granulítico Valentines-Rivera** ([Oyhantçabal et al. 2011; Oyhantçabal et al., 2012](#)). A su vez, estas granulitas son correlacionadas y agrupados con los bloques y complejos granulíticos de Brasil: El *Bloco Taquarembó* ([Naumann et al 1984](#)) o también *Terreno Taquarembó* de Río Grande del Sur ([Philipp et al. 2002](#)) el cual contiene al *Complejo Granulítico Santa María Chico* ([Nardi y Hartmann 1979](#)). En ese sentido [Fragoso-Cesar et al. \(1990\)](#) y [Masquelin et al. \(2017\)](#) propusieron llamar **Bloque Tacuarembó** a la agrupación de esos bloques regionales ([Fig. 5A](#)), mientras que [Masquelin \(2006\)](#) propuso la definición de **Bloque Taquarembó-Valentines**.

Por otro lado, **El Bloque Pavas** ([Masquelin, 2006](#)), agrupa a un conjunto de gneises, migmatitas y anfibolitas asociadas con cuarcitas y fuertemente deformadas, ubicadas entre el Bloque Valentines y el Cinturón Dom Feliciano ([Fig. 6](#)). Más específicamente entre la Zona de Cizalla Cueva del Tigre y la Falla Fraile Muerto ([Fesefeldt, 1988](#)) o Zona de Cizalla Fraile Muerto-Maria Albina ([Sánchez Bettucci et al., 2010; Oyhantçabal et al., 2011, Masquelin et al., 2017](#)). Este bloque fue inicialmente definido como “Formación Pavas” ([Preciozzi et al., 1979; Preciozzi et al., 1985](#)) aunque esta unidad es reinterpretada por [Bossi y Campal \(1992\)](#), como granitos tipo “S” (ver [Pitcher 1982](#)) y posteriormente descrito como bloque por [Masquelin \(2006\)](#).

Prácticamente todos los autores consideran que los bloques estructurales Rivera, Pavas y Valentines forman parte del Terreno Nico Pérez. Sin embargo, aquí

acaban las similitudes. Para unos el límite sureste del Terreno es la Zona de Cizalla Fraile Muerto-Maria Albina marcando por medio de ésta su límite con el Cinturón Dom Feliciano (Bossi y Campal 1992; Sánchez Bettucci et al 2010; Oyhantçabal et al., 2011, 2012, 2018; Masquelin et al 2017, etc. Ver Fig. 6). Para otros, la “Zona de Cizalla Sierra Ballena” es su límite oriental entre los bloques afectados por la orogénesis Brasileña (Bossi et al 2001; Maldonado et al., 2003; Mallmann et al., 2007; etc. Ver Fig. 6).

El trazado de la Zona de Cizalla Sarandí del Yi bajo la cobertura de la Cuenca Norte también presenta discrepancias. Es realizado por la mayoría de los autores acompañando el mapa de anomalías gravimétricas de Bouguer (SGM, 1970; Hallinan et al. 1993; Rodríguez et al. 2015) siguiendo una curva que termina en las cercanías de la ciudad de Salto (Fig. 6A). Sin embargo, otros mantienen el mismo rumbo que en la porción aflorante, manteniéndola casi rectilínea, según evidencias geológicas poco claras (Fig. 6B) -el lector podrá observar que en el artículo de Bossi y Campal (1992, Fig. 1 y 5) ambas propuestas son planteadas-

Asimismo, más recientemente, se plantearon otras divisiones internas del Terreno Nico Pérez. Oyhantçabal et al. (2018) propusieron la división en dos sub-terrenos denominados: (i) Cerro Chato, y (ii) Pavas. Mientras que, Bologna et al. (2018), identificaron una discordancia de primer orden, por medio de métodos magnetotélúricos, bajo la cobertura sedimentaria de la Cuenca Norte entre los Bloques Rivera y Valentines. Esta discontinuidad es propuesta como el límite noreste del Terreno Nico Pérez.

Terreno Piedra Alta

Posteriormente a la definición del Terreno Nico Pérez, debido al cúmulo de nuevas evidencias, Bossi et al. (1993) consideraron al bloque suroeste del basamento cristalino como **Terreno Piedra Alta**. Este terreno de edades exclusivamente Paleoproterozoicas, tiene como límite este a la Zona de Cizalla Sarandí del Yi (Fig. 6). Esta unidad coincide con el terreno Granite-Greenstone de Uruguay definido por Fragoso-Cesar y Soliani (1984), aunque estos autores no utilizaron el término “terreno” en su acepción moderna, sino simplemente como una expresión general para delimitar una región.

En el Terreno Piedra Alta se describen: (i) tres cinturones de rocas metamórficas de grado bajo a medio (*Formaciones Montevideo, Paso Severino, y Arroyo Grande* según Ferrando y Fernández, 1971; *Formación Montevideo, Cinturón San José y Formación Arroyo Grande* según Bossi et al. 1993); (ii) un complejo granito-gnéisico de basamento; (iii) intrusiones plutónicas diversas; (iv) magmatismo extensional representado por haces de filones de diorita (Preciozzi et al. 1985), definidos comercialmente como *granitos negros* (Bossi y Campal 1991), o también llamados *Enjambre de Diques Máficos*

(Ismael Cortinas (Fragoso César 1991), *haz de diques del Río de la Plata* (Maldonado et al., 2003) o *haz de diques máficos de Florida* (Hartmann et al., 2000; Sánchez-Bettucci et al., 2010; Oyhantçabal et al., 2011).

Cinturón Dom Feliciano

El Cinturón Dom Feliciano (Fragoso Cesar, 1980) representa un conjunto de unidades que fueron generadas, deformadas y metamorizadas durante el ciclo orogénico Brasileño-Panafricano (750-550 Ma) en Uruguay, sur de Brasil y oeste de África (Porada, 1979; Fragoso César, 1990). Según Fragoso César, (1990) esta unidad es una redefinición del *Cratón Dom Feliciano* propuesto por Issler et al. (1965) y Picada (1971).

Alternativamente, se propuso el término Cinturón Cuchilla Dionisio (Preciozzi et al. 1991; Bossi et al., 1992; Bossi y Campal 1993) para designar el cinturón móvil de edades brasileñas en el Uruguay, considerando al Terreno Nico Pérez como su antepaís. Sin embargo, esta propuesta cayó en desuso, frente a un más popular Cinturón Dom Feliciano (Preciozzi et al. 1993; Sánchez Bettucci 1998 Preciozzi et al., 1999a,b, 2001, 2003; Basei et al., 2000; Rapalini y Sanchez Bettucci 2008; Sánchez Bettucci et al., 2010; Masquelin et al., 2011, 2017) y al surgimiento de modelos alternativos (como se discutirá en la siguiente sección).

Este cinturón orogénico, se extiende por más de 1100 kilómetros desde el sur de Uruguay hasta Florianópolis en Brasil, organizándose en tres unidades principales (Basei et al., 2000), de Este a Oeste: (i) cinturón de ante arco (edad Ediacarana), (ii) cinturón de esquistos (Neoproterozoico), y (iii) cinturón granítico (650-550 Ma). Está genéticamente relacionado con episodios tectónicos ocurridos durante el Neoproterozoico, durante el cierre del océano Adamastor y la convergencia o colisión de los cratones Río de la Plata, Congo y Kalahari, y el consecuente desarrollo de los cinturones orogénicos Kaoko, Gariep y Damara en el sur de África (Ahrendt et al. 1983; Porada, 1989; Prave, 1996; Dürr y Dingeldey, 1996; Frimmel y Frank 1998; Goscombe et al. 2003; Basei et al., 2005, 2008; Konopasek et al. 2016; Hueck et al. 2018; entre otros).

Más recientemente, algunos autores (Hartmann et al. 2011; Gubert et al. 2016) consideran que el Cinturón Dom Feliciano se compone de dos asociaciones litológicas generadas durante los eventos orogénicos São Gabriel (900-680 Ma) y Dom Feliciano (650-540 Ma).

Terreno Punta del Este vs. Terreno Cuchilla de Dionisio

Posteriormente, el Escudo Uruguayo fue dividido en una tercera unidad. Tras obtener nuevos datos geocronológicos, Preciozzi et al. (1999a), identificaron un tercer terreno con edades entre los 2000 y 1800 Ma (Paleoproterozoico)

y evidencia de rejuvenecimiento durante la orogenia Brasiliana-Pan-Africana (570-900 Ma). El Terreno Punta del Este, fue ubicado en la porción este del Escudo Uruguayo, separándose del Cinturón Dom Feliciano por la Zona de Cizalla San Carlos-Cordillera, no teniendo equivalente en Brasil o Argentina (Preciozzi et al., 1999a,b, 2001, 2003, Rapalini y Sánchez Bettucci 2008; Sánchez Bettucci et al., 2010).

Bossi et al. (1998), Bossi et al. (2001) y Bossi y Gaucher (2004) propusieron un tercer terreno distinto, el Terreno Cuchilla de Dionisio, separado del terreno Nico Pérez por la Zona de cizalla Sierra Ballena con base en la tesis de Gómez Rifas (1995) y los trabajos de Gaucher et al. (1998). Aunque realizan la misma interpretación, indicando que éste tiene una clara afinidad Africana. Este terreno coincide en gran medida con la Zona Oriental previamente descripta por Frago-Cesar y Soliani (1984), Frago-Cesar et al. (1987).

Muchos autores asumen que ambos terrenos representan a la misma definición y se discute si la autoría de la unidad (Bossi et al., 1998 o Preciozzi et al., 1999), sin embargo vale la pena destacar dos cuestiones:

(1) Primero, podría argüirse según los tecnicismos del código estratigráfico internacional que, la publicación no arbitrada de Bossi et al. (1998, 2001), no cumple con varias condiciones: (i) el nombre asignado “Cuchilla Dionisio” no es nuevo y único (Murphy & Salvador, 1999, 3.a.v), (ii) toma un nombre previa y recientemente utilizado en trabajos previos (Bossi y Campal 1992; Preciozzi et al. 1991, 1993), (iii) que, aun alegando que el nombre cayó en desuso, no puede, ni debería reutilizarse con un sentido distinto e incluso opuesto a su original (cinturón orogénico vs. terreno) generando confusiones innecesarias (Op. cit. 3.a.v, 3.f). (iv) No fue publicada mediante un Medio Científico Reconocido (Op. cit. 4.a), de hecho, el nuevo mapa geológico del Uruguay propuesto (Bossi et al., 1998, 2001), no fue aceptado por gran parte de la comunidad científica que sigue utilizando como base el mapa de Preciozzi et al. (1985) (sin embargo, puede alegarse que la publicación de Preciozzi et al. (1999) tampoco cumple este último criterio, así como más de 40 de los de los 112 artículos mencionadas en este trabajo).

(2) Segundo y más importante, la definición conceptual de los terrenos Punta del Este y Cuchilla de Dionisio es completamente diferente, por lo que, no pueden ser intercambiados uno por otro. El Terreno Punta del Este fue definido por criterios geocronológicos, que identificaron un basamento y secuencias metasedimentarias, con una historia geológica discordante a los terrenos adyacentes. Sin embargo, al igual que el Terreno Nico Pérez, este terreno es retrabajado por una Orogenia neoproterozoica (Preciozzi et al., 1999a,b, 2001, 2003; Basei et al., 2000; Rapalini y Sánchez Bettucci 2008; Sánchez Bettucci et al., 2010; Masquelin et al., 2011, 2017). De tal forma que, en el modelo del cual forma parte el Terreno Punta del Este, la orogenia neoproterozoica (representada por el Cinturón Dom Feliciano) es registrada tanto al

Este como Oeste de la Zona de Cizalla Sierra Ballena, entre los terrenos Valentines y Punta del este según evidencias, litológicas, geocronológicas, geoquímicas y paleomagnéticas (Preciozzi et al., 1999a,b, 2001, 2003, Rapalini y Sánchez Bettucci 2008, Sánchez Bettucci et al., 2010). En cambio, el terreno Cuchilla Dionisio, se definió como todas las unidades al Este de la Zona de Cizalla Sierra Ballena (en base a argumentos estratigráficos y geocronológicos). La definición de este Terreno, implica un modelo en el que se postula que los granitos al Este y Oeste de esta zona de Cizalla no corresponden al mismo evento orogénico, además de postular diferencias respecto a las rocas supracorticales sedimentarias y metamórficas a ambos lados de esta zona de cizalla (Bossi et al., 1998, 2001; Bossi y Gaucher 2004). Este modelo, por lo tanto, cuestiona la existencia del Cinturón Dom Feliciano - y por tanto también al Cinturón Cuchilla de Dionisio que es un modelo equivalente-. El único punto en común de ambos modelos es que se considera a los Terrenos como bloques alóctonos de afinidad africana (Preciozzi et al., 1999a; Bossi y Gaucher 2004; Basei et al., 2000, 2005, 2008; Gross et al., 2009; Rapela et al. 2011).

En consecuencia, la discusión sobre la autoría de la unidad carece de sentido puesto, que estas unidades responden a distintas interpretaciones geodinámicas que (más allá de algunas similitudes) no son equivalentes ni coincidentes, ni en sus límites, ni en sus unidades integrantes, ni en su interpretación tectónica. Sin embargo, gran confusión se ha generado en la literatura en base su supuesta equivalencia y mala interpretación, por parte de ambas partes. Más recientemente algunos autores extienden el límite del Terreno Punta del Este hacia la Zona de Cizalla Sierra Ballena al menos en su porción sur, manteniendo la controversia sobre la equivalencia de ambas unidades tectónicas (Oyhantçabal et al., 2011, Bossi y Gaucher 2004, 2010), posiblemente debido a la confusión entre ambas unidades o a un error de interpretación de las divisiones didácticas propuestas por Masquelin (2006). Incluso ha habido propuestas de renombrar y redefinir a estos terrenos basadas en el supuesto de su equivalencia. La discusión entre estos dos modelos tectónicos, es sin embargo, uno de los principales asuntos que ocupan a las investigaciones geológicas en la actualidad, y origen de múltiples polémicas y malentendidos.

Otros Terrenos...

Finalmente, se propusieron nuevas divisiones para el territorio uruguayo, no menos polémicas. El Terreno Tandilia (Bossi et al., 2005) - que se encontraría asociado al cinturón Tandilia en Argentina - fue definido en base a la identificación de la Zona de Cizalla de Colonia con dirección EW, dividiendo al Terreno Piedra Alta en dos, debido a diferencias litológicas a ambos lados de esta estructura (Bossi et al., 2005, Bossi y Cingolani, 2009). Sin embargo, la división carece de aceptación general

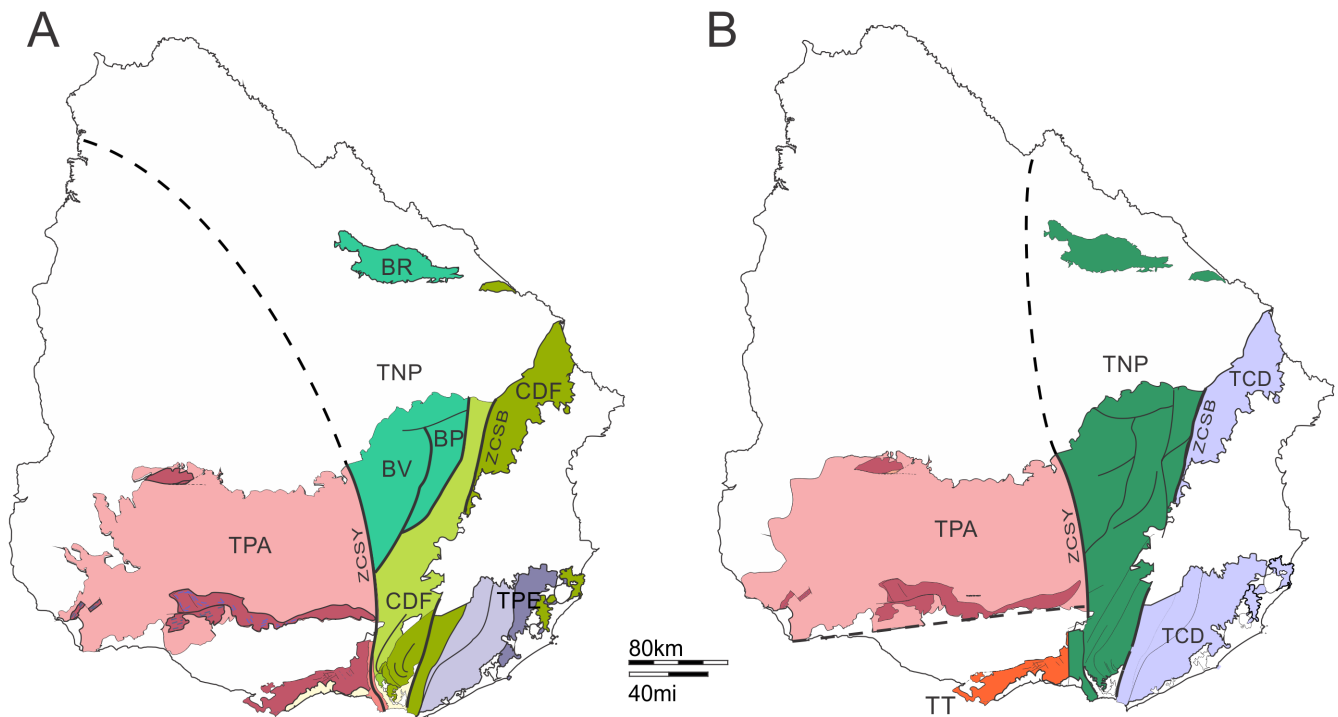


Figura 6. Modelos Tectónicos para el Uruguay. (A) Modelo según Preciozzi et al., (1985,1999), Sánchez Bettucci et al. (2010), Oyhantcabal et al., (2010), Masquelin et al., (2017). (B) Modelo según Bossi et al (2001), Bossi y Gaucher (2004). TPA: Terreno Piedra Alta, TNP: Terreno Nico Pérez, CDF: Cinturón Dom Feliciano, TPE: Terreno Punta del Este, TT: Terreno Tandilia, TCD: Terreno Cuchilla de Dionisio, BR: Bloque rivera o isla cristalina de Rivera, BV: Bloque Valentines, BP: Bloque Pavas, ZCSY: Zona de Cizalla Sarandí del Yí, ZCSB: Zona de Cizalla Sierra Ballena.

debido a que la evidencia estructural y geocronológica sugieren que los cinturones orogénicos a ambos lados son de hecho el mismo (Oyhanaçabal et al., 2011). Los primeros estudios paleomagnéticos (Rapalini et al., 2014) en la magmatogénesis del Terreno Piedra Alta (plutones Marincho, Soca e Isla Mala) sugieren una evolución geológica similar. Publicaciones recientes presentan en sus mapas un presunto “Terreno Rocha”, que separaría a las secuencias metasedimentarias de Rocha del Terreno Punta del Este, sin definición o referencias de su origen (Rapela et al 2011; Philipp et al., 2016, Sommer et al., 2017, Arena et al., 2017). Además, estas publicaciones presentan múltiples errores en las divisiones, particularmente en lo referente a los límites y edades del Terreno Nico Pérez y los bloques Rivera, Valentines y Pavas, - A veces mencionados como Terreno Valentines, Rivera. Estas publicaciones son un claro ejemplo de las mal interpretaciones y distorsiones de las que son susceptibles los esquemas tectónicos debidas a un confuso, pobre o escaso conocimiento de las unidades y sus antecedentes geológicos nacionales.

Conclusión

En este trabajo intentamos destacar algunas de las principales conclusiones y problemas, a nivel estructural y tectónico, que existen en el actual estado de conocimiento de la geología nacional. En décadas pasadas, el trabajo

geológico se reducía a mapear y caracterizar las distribuciones de rocas. Hoy se requiere un gran detalle de mapeo, donde extrapolaciones sean minimizadas y todo dato suplementario referenciados. Las unidades y sus contactos no solo deben describirse, sino que hay que describir en gran detalle la naturaleza de su cinemática e integrarlo con los movimientos globales.

El avance del conocimiento y el mapeo en detalle traerá a su vez nuevos problemas estratigráficos. Con el aumento de los estudios en detalle los límites estructurales, geoquímicos y petrológicos se vuelven estructuras difusas, graduales o fractales de difícil interpretación que llevarán eventualmente a nuevas divisiones y agrupaciones de bloques, áreas o regiones según los diversos criterios que se consideren. Esperamos que trabajos como este puedan brindar una base sólida para futuros estudios y trabajos estructurales en el territorio Uruguayo.

Aún queda mucho por avanzar, y nadie está nunca seguro de si ya se alcanzó la solución final o no. Las preguntas abundan y las respuestas evolucionan cada día. El campo aún espera por nosotros...

Agradecimientos

A Judith Loureiro por la lectura crítica de este manuscrito.

Referencias

- Ahrendt H., Behr H.J., Clauer N., Hunziker C., Porada H. & Weber K. (1983): The Northern Branch: Depositional Development and Timing of the Structural and Metamorphic Evolution within the Framework of the Damara Orogen. In: Martin H. & Eder F.W. (eds.). *Intracontinental Fold Belts*, Springer-Verlag: 723-743, Berlin.
- Almeida, F.F.M. (1951): A propósito dos “relevos policíclicos na tectônica do Escudo Brasileiro”. *Boletim Paulista de Geografia*, São Paulo: Associação dos Geógrafos Brasileiros-Seção Regional de São Paulo, 9, p. 3-18.
- Almeida, F. F. M., Amaral, G., Cordani, U. G. & Kawashita, K. (1973): The Precambrian evolution of the South American cratonic margin, South of Amazona. In: Nairn, A.C. M.; Kaner, W.H. y Stehli, F.G. (Eds.). *The Ocean Basins and Margins*, Plenum: 411-446, New York.
- Almeida, F.; Hasui, Y. & Brito Neves, B. (1976): The Upper Precambrian of South America. *Boletim do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo* 7: 48-80.
- Arena, K.R., Hartmann, L.A., & Lana, C. (2017). U–Pb–Hf isotopes and trace elements of metasomatic zircon delimit the evolution of neoproterozoic Capané ophiolite in the southern Brasiliano Orogen. *International Geology Review*, 60(7), 911-928.
- Arrighetti R, Pena S, Rossi P & Vaz Chaves N. (1981). Estudio Geológico y Minero de la Región de Minas de Corrales. Informe Interno, DINAMIGE. Montevideo, Uruguay. 24pp.
- Basei M.A.S., Siga Jr O., Masquelin H., Harara O.M., Reis Neto J.M. & Preciozzi F. 2000. The Dom Feliciano Belt (Brazil–Uruguay) and its foreland (Rio de la Plata Craton): Framework, Tectonic Evolution and Correlations with similar terranes of Southwestern Africa. In: Cordani U, Thomaz F & Milani E (eds). *Precambrian Evolution of South America*. Intern. Geological Congress, IUGS, Rio de Janeiro.
- Basei M.A.S., Frimmel H.E., Nutman A.P., Preciozzi F. & Jacob J. (2005): A connection between the Neoproterozoic Dom Feliciano (Brazil/Uruguay) and Gariiep (Namibia/South Africa) orogenic belts – evidence from a reconnaissance provenance study. *Precambrian Research*, 139:195-221
- Basei, M. A. S., Frimmel, H. E., Nutman, A. P., & Preciozzi, F. 2008. West Gondwana amalgamation based on detrital zircon ages from Neoproterozoic Ribeira and Dom Feliciano belts of South America and comparison with coeval sequences from SW Africa. *Geological Society, London, Special Publications*, 294(1):239-256.
- Bologna, M.S. Dragone, G.N. Muzio, R., Peel, E., Nuñez-Demarco P. and Ussami, N. (2018) Electrical structure of the lithosphere from Rio de la Plata Craton to Paraná Basin: amalgamation of cratonic and re-fertilized lithospheres in SW Gondwanaland. *Tectonics*. DOI: 10.1029/2018TC005148
- Bossi, J., Fernández, A. & Elizalde, G. (1965): Predevoniano en el Uruguay. *Bol. Investig. Fac. Agronomía, Montevideo, Boletín*, 78: 1-84.
- Bossi J. (1966): *Geología del Uruguay*. Departamento de Publicaciones de la Universidad de la República, Montevideo, 469 pp.
- Bossi J. Fernández & Albanell (1967): Basamento cristalino del sur-este del Uruguay. UNESCO-IUGS. Symposium on Continental Drift emphasizing the history of South Atlantic, Montevideo, Uruguay.
- Bossi & Ferrando (1969): Primer esquema estratigráfico – geocronológico para el Predevoniano de Uruguay-Facultad de Agronomía. Informe técnico (inédito).
- Bossi, J. & Campal, N., (1992): Magmatismo y tectónica transcurrente durante el Paleozoico inferior del Uruguay. En: Gutiérrez, J; Saavedra, J. y Rábano, I. (Eds.) “Paleozoico Inferior de Ibero - América”. Universidad de Extremadura, p. 343-356, España.
- Bossi, J.; Preciozzi, F. & Campal, N. (1993): Predevoniano en el Uruguay, 1: Terreno Piedra Alta. Dirección Nacional de Minería y Geología, Montevideo. I: 1-50.
- Bossi J., Ferrando L., Montaña J., Campal N., Morales H., Gancio F., Schipilov A., Piñeyro D. & Sprechmann P. (1998): Memoria explicativa de la Carta Geológica del Uruguay a escala 1:500.000. Fac. Agronomía, UdelaR, 122 p.
- Bossi, J., Campal, N. Hartman, L. A. Schipilov A. & Piñeyro, D. (2001): Thirty-five years or geochronology in Uruguay. 3er Congreso Uruguayo de Geología Actas CD.
- Bossi, J., & Gaucher, C. (2004). The Cuchilla Dionisio Terrane, Uruguay: an allochthonous block accreted in the Cambrian to SW-Gondwana. *GONDWANA RESEARCH.*, 7(3), 661-674.
- Bossi, J., Pineyro, D., & Cingolani, C. (2005). El límite sur del Terreno Piedra Alta (Uruguay). Importancia de la faja milonítica sinistral de Colonia. In *Actas XVI Congreso Geológico Argentino* (Vol. 1, pp. 173-180).
- Bossi, J., & Cingolani, C. (2009). Extension and general evolution of the Río de la Plata Craton. *Developments in Precambrian Geology*, 16, 73-85.
- Bossi J. & Gaucher C. (eds.). 2014. *Geología del Uruguay - Tomo 1: Predevónico*. Polo S.A. Montevideo. 450 p.
- Campal, N., & Schipilov, A. (1995): The Illescas bluish quartz rapakivi granite (Uruguay-South America):

- some geological features. Paper presented at Symposium on Rapakivi Granites and related rocks, Academia Brasileira de Ciências, Belém, Brazil
- Caorsi, J. & Goñi, J. (1958): Geología Uruguay. Boletín del Instituto Geológico del Uruguay. 37:1-73. Montevideo.
- Cazaux S. (2008): Geología, petrología y análisis estructural de Curtume – zona centro de la Isla Cristalina de Rivera. (Tesis de Grado) 112p.
- Coney P.J, Jones D.L. & Monger J.W. (1980): Cordilleran suspect terranes. *Nature*, 288: 329-332.
- Cordani U. & Soliani Jr. E. (1990): Idades K-Ar e Rb-Sr das ilhas cristalinas de Rivera e Aceguá (Uruguay e Rio Grande do Sul, Brasil) e seu enquadramento no contexto tectônico regional. In: An. Acad. Bras. Cien., Vol 62 (2), 145-156 pp.
- Dalla Salda L. Franzese, J. & de Posadas V.G. (1987): The 1800 Ma mylonite-anatectic granitoid association in Tandilia, Argentina. 7t. International Conference on Basement Tectonics. Abstracts, 28, Kingston.
- Dalla Salda, L. Bossi, J & Cingolani, C. (1988): The Río de la Plata Cratonic region of southwestern Gondwana. *Episodes*, 11 (4): 263-269.
- Durr S. B., & Dingeldey D. P. 1996. The Kaoko belt (Namibia): Part of a late Neoproterozoic continental-scale strike-slip system. *Geology*, 24(6), 503-506.
- Ellis de Luca J. H. (1998): The Precambrian supracrustal rocks of the “Isla Cristalina de Rivera” in northern Uruguay and their ore deposits. Univ. Heidelberg, 196pp.
- Ferrando, L & Fernández, A. (1971): Esquema tectónico - cronoestratigráfico del predevoniano en Uruguay. In: XXV Congreso Brasileiro de Geología, I:199-210, São Paulo.
- Fesefeldt, K. (1988): Asesoramiento Geológico y yacimientoológico a la Dirección Nacional de Minería y Geología. Misión Geofísica Alemana – Bund. für Geowiss und Rohstoffe, Proj. nº 84.2024.2, 102: pp. 1-186. Hannover.
- Fragoso Cesar, A. R. S. (1980): O Crátón do rio de La Plata e o Cinturão Dom Feliciano no Escudo Uruguaio – sul –riograndense. In: XXXI Congresso Brasileiro de Geologia, (5): 2879-2892. Camboriú.
- Fragoso Cesar, A. & Soliani, E. (1984): Compartimentação tectónica do cratón do Rio de la Plata. In: XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia, 5 :2426-2432, Rio de Janeiro.
- Fragoso Cesar, A., Machado, & Gómez-Rifas, C. (1987): “Observações sobre o Cinturão Dom Feliciano no Escudo Uruguaio e Correlações Com o Escudo do Rio Grande do Sul”. Atas III. Simp. Sul-Bras. Geol.
- Fragoso Cesar A. R. S. (1991): Tectônica de placas no ciclo brasileiro: as orogenias dos cinturões Dom Feliciano e Ribeira no Rio Grande do Sul (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Frimmel H.E. & Frank W. (1998): Neoproterozoic tectono-thermal evolution of the Gariiep Belt and its basement, Namibia and South Africa. *Precambrian Research*, 90:1-28.
- Gaucher C. & Sprechmann P. (1998). Grupo Arroyo del Soldado: paleontología, edad y correlaciones (Vendiano-Cámbrico Inferior, Uruguay). *Actas del II Congreso Uruguayo de Geología*, Punta del Este, Uruguay, 183-187 p.
- Gómez Rifas, C.G. (1989): Tectónica cretácica en Uruguay. In: Simpósio del Cretácico de América Latina. Parte A. Eventos y Registro Sedimentario. IGCP-242, Actas, p. 319-325.
- Gómez Rifas, C. (1995): A zona de cisalhamento sinistral “Sierra Ballena” no Uruguai. Tese de Doutorado, USP, Programa de Pós-Graduação em Geotectónica: pp 1-262. São Paulo.
- Goñi, J. (1958): Consideraciones sobre la estratigrafía del Proterozoico y Eopaleozoico Uruguayos. *Boletín de la Sociedad Brasileira de Geología*, 7: 91-97.
- Goscombe B., Hand M., Gray D. (2003): Structure of the Kaoko Belt, Namibia: Progressive evolution of a classic transpressional orogen. *Journal of Structural Geology*, 25(7): 1049-1081.
- Gross, A. O. M. S., Droop, G. T. R., Porcher, C. C., & Fernandes, L. A. D. (2009). Petrology and thermobarometry of mafic granulites and migmatites from the Chafalote Metamorphic Suite: New insights into the Neoproterozoic P–T evolution of the Uruguayan—Sul-Rio-Grandense shield. *Precambrian Research*, 170(3-4), 157-174.
- Gubert M. L., Philipp R. P., & Stipp Basei M. A. 2016. The Bossoroca Complex, Sao Gabriel Terrane, Dom Feliciano Belt, southernmost Brazil: U-Pb geochronology and tectonic implications for the neoproterozoic Sao Gabriel Arc. *J. South Am. Earth Sci.*, 70, 1-17.
- Guillemain, C. (1911): Zür Geologie Uruguays. *Zeitschr. Deutsch Geol. Ges.*, Berlin, Bd.63, nº4, pp. 203-220.
- Harpum, J. (1960): The concept of geological cycle and its applications to problems of Precambrian Geology, pp. 201-206 de International Geological Congress, 21. Copenhagen, Proceedings, 9.
- Harrington, H.J. (1975): South America, pp. 456-465 de Fairbridge RW (ed), *The Encyclopedia of World Regional Geology*, part 1. Dowden, Hutchinson, Ross, Pennsylvania.
- Hart, S. (1966): Radiometric ages in Uruguay and Argentina and their implications concerning continental drift. *Geological Soc. Am. annual meeting*, 86., San Francisco.
- Hartmann L. A., Pineyro D., Bossi, J., Leite J. A. D., & McNaughton N. J. (2000): Zircon U-Pb SHRIMP

- dating of Palaeoproterozoic Isla Mala granitic magmatism in the Rio de la Plata Craton, Uruguay. *J. South Am. Earth Sci.*, doi:10.1016/s0895-9811(00)00018-3, 13(1-2):105-113.
- Hartmann L. A., Philipp R. P., Santos J. O. S., & McNaughton N. J. (2011): Time frame of 753-680 Ma juvenile accretion during the Sao Gabriel orogeny, southern Brazilian Shield. *Gondwana Research*, 19(1), 84-99.
- Hasui, Y. (2015): Sistema Orogénico Mantiqueira (cap. 15). In: Hasui Y., Ré Carneiro C.D., de Almeida, F.F.M., Bartorelli A. (eds.). *Geologia do Brasil*, Beca: 331-371. São Paulo.
- Hasui, J.; Carneiro, C. & Coimbra, A., (1975): The Ribeira Folded belt. *Revista Brasileira de Geociencias* 5(4): 257-266.
- Howell, D. G. (1989). Tectonics of suspect terranes: mountain building and continental growth. - Topics in the Earth Sciences - Springer Netherlands, Year: 1989
- Hueck, M., Oyhantcabal, P., Philipp, R.P., Stipp Basei, M.A., Siegesmund, S. (2018). The Dom Feliciano Belt in Southern Brazil and Uruguay (Chpt 11). In: S. Siegesmund et al. (eds.), *Geology of Southwest Gondwana, Regional Geology Reviews-Springer Int. Pub. AG*: pp. 267-302. Berlin.
- Issler, R.S, Jost, H.E. & Villwock, J.A. (1965): Esboço preliminar da geotectônica no Escudo Rio-grandense. Conferência proferida no núcleo rio-grandense da SBG, Porto Alegre.
- Jones G.H. (1956): Memoria explicativa y mapa geológico de la región oriental del Departamento de Canelones. *Boletín del instituto Geológico del Uruguay*, 34:1-193
- Kennedy, W.Q. (1964): The structural differentiation of Africa in the Pan-African (± 500 Ma) tectonic episode. *Ann. Rept. Inst. African Geology, Leeds Univ., Leeds*, 8:48-49.
- Konopasek J., Sláma J., Kosler J. (2016): Linking the basement geology along the Africa-South America coasts in the South Atlantic. *Precambrian Research*.
- Krumbein, W. C. & Sloss, L. L (1951): *Stratigraphy and Sedimentation*, W. H. Freeman and Company, ed. 71:5, p. 401
- Lambert, R. (1941): Estado actual de los conocimientos sobre la Geología de la República Oriental del Uruguay. *Boletín del Instituto Geológico del Uruguay* 29: 1-89. Montevideo.
- Larrañaga, D. A. (1809): Memoria Geológica sobre la reciente formación del Río de la Plata deducida de sus conchas fósiles. Carpeta 1, caja 195 Archivo General de la Nación, Montevideo
- MacMillan J. (1931): Notas sobre el complejo arcaico Uruguayo. *Revista del Instituto de Geología y Perforaciones*, 1: 3-7, Montevideo.
- MacMillan J.G. (1933): Terrenos Precámbricos del Uruguay (Carta geológica escala 1/50.000). *Bol. Instituto Geológico y de Perforaciones*, 18:1-61.
- Maldonado, S., Piñeyro, D., & Bossi, J. (2003). Terreno Piedra Alta - Aporte a la estratigrafía del basamento cristalino del Uruguay. *Estratigrafía del Precámbrico de Uruguay, Publicación Especial*, (1), 18-37.
- Marstrander, R. (1915). "Isla Cristalina de Rivera", *Bol. Inst. Geol. Perf.*, N°2. Montevideo.
- Masquelin HC (1993): Petrografía e feições estruturais dos granulitos da Ilha Cristalina de Rivera, Uruguay. In: *Simpósio Sulbrasileiro de Geologia*, 5. *Bol. Resumos. Curitiba*. pp 41-42
- Masquelin H. & Sánchez-Bettucci L. (1993): Propuesta de evolución tectono-sedimentaria para la Cuenca de Piriápolis, Uruguay. *Revista Brasileira de Geociências*, 23(3):313-322.
- Masquelin, H. (2006): "El escudo uruguayo", en Veroslavsky G., Martínez S. y Ubilla M. (ed) *Cuencas Sedimentarias de Uruguay – Paleozoico*, DIRAC Facultad de Ciencias.
- Masquelin, H., D'Avila Fernandes, L. A., Lenz, C., Porcher, C. C., & McNaughton, N. J. (2012). The Cerro Olivo complex: a pre-collisional Neoproterozoic magmatic arc in Eastern Uruguay. *International Geology Review*, 54(10), 1161-1183.
- Masquelin H., Silva Lara H., Sánchez Bettucci L., Núñez Demarco P., Pascual S., Muzio R., Peel E., Scaglia F. (2017): Lithologies, structure and basement-cover relationships in the schist belt of the Dom Feliciano Belt in Uruguay. *Brazilian Journal of Geology*, 47(1):21-42
- Mallmann G., F. Chemale Jr., Avila J.N., Kawashita K., & Armstrong R.A. (2007): Isotope geochemistry and geochronology of the Nico Pérez Terrane, Río de la Plata Craton, Uruguay, *Gondwana Res.*, 12, 489-508. doi:10.1016/j.gr.2007.01.002
- Murphy, M. A., & Salvador, A. 1999. *International Stratigraphic Guide—An abridged version*, International Subcommittee on Stratigraphic Classification of IUGS, International Commission on Stratigraphy, Chapter 2. Principles of Stratigraphic Classification.
- Naumann, M. P., Hartmann, L. A., Koppe, J. C., & Chemale Jr, F. (1984): Seqüências supracrustais, gnaisses graníticos, granulitos e granitos intrusivos da região de Ibaré-Palma, RS: Geologia, aspectos estratigráficos e considerações geotectônicas. In: SBG, *Congresso Brasileiro de Geologia* (Vol. 33, pp. 2417-2425).
- Oyhantcabal, P., Muzio, R., & De Souza, S. (1993): Geología y aspectos estructurales del borde orogénico en el extremo sur del cinturón Dom

- Feliciano. *Revista Brasileira de Geociências*, 23(3), 296-300.
- Oyhantçabal, P. B. (2005): The Sierra Ballena Shear Zone: kinematics, timing and its significance for the geotectonic evolution of southeast Uruguay. (Doctoral dissertation, Niedersächsische Staats-und Universitätsbibliothek Göttingen).
- Oyhantçabal P., S. Siegesmund & K. Wemmer (2011): The Rio de la Plata Craton: a review of units, boundaries, ages and isotopic signature, *Int. J. Earth. Sci.*, 100:201-220.
- Oyhantçabal, P., Wagner-Eimer, M., Wemmer, K., Schulz, B., Frei, R., & Siegesmund, S. (2012): Paleo-and Neoproterozoic magmatic and tectonometamorphic evolution of the Isla Cristalina de Rivera (Nico Pérez Terrane, Uruguay). *International Journal of Earth Sciences*, 101(7), 1745-1762.
- Park, R.G. & Jaroszewski, W. (1994): Craton tectonics, stress and seismicity. In: Hancock P.L. (ed), *Continental Deformation*. Pergamon Press: 200-222. Oxford.
- Philipp, R.P., Machado, R., Nardi, L.V.S., Lafon J.M. (2002): O magmatismo granítico neoproterozóico do Batólito Pelotas no Sul do Brasil: Novos dados e revisão da geocronologia regional. *Revista Brasileira de Geociências*, 32(2): 277-290.
- Philipp, R. P., Pimentel, M. M., & Chemale Jr, F. (2016): Tectonic evolution of the Dom Feliciano Belt in Southern Brazil: geological relationships and U-Pb geochronology. *Brazilian Journal of Geology*, 46, 83-104.
- Picada, R. S. (1971). Ensaio sobre a tectônica do Escudo Sul-Rio-Grandense. Caracterização dos sistemas de falhas. *Congr Bras Geol*, 25, 167-191.
- Pitcher, W. S. (1982): Granite type and tectonic environment. *Mountain building processes*, 19-40.
- Preciozzi, F., Spoturno J., Heinzen, J. (1979): Carta Geo-Estructural del Uruguay escala 1 : 2.000.000, Ministerio de Industria y Energía – Montevideo – Uruguay.
- Preciozzi F., Spoturno J., Heinzen W. & Rossi P. (1985): Carta Geológica del Uruguay a escala 1:500.000. Ministerio de Industria y Energía, DINAMIGE, Montevideo, Uruguay. 97 p.
- Preciozzi, F., Bossi, J., & Morales, H. (1991): "The crystalline basement of Uruguay", In: "Geotransecta Valparaíso (Chile)-Punta del Este (Uruguay)", 14p.-
- Preciozzi F., Masquelin H. & Sánchez L. (1993): Guía de Excursiones – Primer Simposio Internacional del Neoproterozoico Cámbrico de la Cuenca del Plata. *Soc. Urug. Geol.*, La Paloma, Uruguay.
- Preciozzi F., Masquelin H., & Basei M. A. S. (1999a): The Namaqua/Grenville Terrane of eastern Uruguay. In II South American Symposium on Isotope Geology, Carlos Paz.
- Preciozzi, F., Basei, M. A. S., & Masquelin, H. (1999b). Tectonic domains of the Uruguayan Precambrian shield. In: *Proceedings of II South American Symposium of Isotope Geology* (Vol. 1, pp. 344-345).
- Preciozzi, F., Peel, E., Muzio, E., Ledesma, R., & Guerequiz, R. (2001). Dom Feliciano Belt and Punta del Este terrane: geochronological features.
- Preciozzi, F., Basei, M. A. S., Peel, E., Sánchez Bettucci, L., Cordani, U., & Oyhantçabal, P. (2003). Punta del Este Terrane: Mesoproterozoic basement and neoproterozoic cover. In *IV South American Symposium on Isotope Geology* (pp. 338-340).
- Porada, H. (1979): The damara-ribeira orogen of the Pan-African brasiliano cycle in Namibia (Southwest Africa) and Brazil as interpreted in terms of continental collision. *Tectonophysics*, 57(2-4), 237-265.
- Porada H. 1989. Pan-African Rifting and Orogenesis in Southern to Equatorial Africa and Eastern Brazil. *Precambrian Research*, 44(2), 103-136.
- Prave A. R. 1996. Tale of three cratons: Tectonostratigraphic anatomy of the Damara orogen in northwestern Namibia and the assembly of Gondwana. *Geology*, 24(12), 1115-1118.
- de Quadros, T. F., Koppe, J. C., Strieder, A. J., & Costa, J. F. C. (2002): Arcabouço Estrutural da Ilha cristalina de Rivera (Uruguai) e sua implicação na potencialidade mineral. *Rem: Revista Escola de Minas*, 55(1), 65-71.
- Ramos, V. (1988): Late Proterozoic-Early Paleozoic of South America: a collisional history; Episodes. 11, 3: 168-174.
- Rapalini, A. E., & Bettucci, L. S. (2008). Widespread remagnetization of late Proterozoic sedimentary units of Uruguay and the apparent polar wander path for the Rio de La Plata craton. *Geophysical Journal International*, 174(1), 55-74.
- Rapalini, A. E., Sánchez Bettucci, L., Badgen, E., & Vásquez, C. A. (2015). Paleomagnetic study on mid-Paleoproterozoic rocks from the Rio de la Plata craton: Implications for Atlantica. *Gondwana Research*, 27(4), 1534-1549.
- Rapela, C.W., Fanning, C.M., Casquet, C., Pankhurst, R.J., Spalletti, L., Poiré, D., Baldo, E.G., 2011. The Río de la Plata craton and the adjoining Pan-African/brasiliano terranes: Their origins and incorporation into south-west Gondwana. *Gondwana Res.* 20, 673–690.
- Rodríguez, P., Veroslavsky, G., Soto, M., Marmisolle, J., Gristo, P., De Santa Ana, H., Benvenuto, A. (2015): New integrated gravity Bouguer anomaly map onshore Uruguay: preliminary implications for

- the recognition of crustal domains. In: SEG, New Orleans Annual Meeting, pp. 1515-1519.
- Sánchez Bettucci L., Peel E. & Masquelin E. (2010): Neoproterozoic tectonic synthesis of Uruguay. *International Geology Review*, 52:51–78.
- Schermer, E.R., Howell, D.C. & Jones, D.L. (1984): The origin of allochthonous terranes: Perspective on the growth and shaping of Continents. *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.*, 12: 107- 131.
- Sommer, C. A., Leitzke, F. P., Lima, E. F. D., Barreto, C. J. S., Lafon, J. M., Matté, V., ... & Basei, M. Â. S. (2017). Zircon U-Pb geochronology, Sm-Nd and Pb-Pb isotope systematics of Ediacaran post-collisional high-silica Acampamento Velho volcanism at the Tupanci area, NW of the Sul-Rio-Grandense Shield, Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, 47(4), 545-560.
- SGM (1970): Red gravimétrica fundamental — Resumen de valores: SGM (Servicio geográfico militar).
- Soliani Jr, E. (1986): Os Dados Geocronológicos do Escudo Sul-Rio-Grandense e suas Implicações de Ordem Geotectônica. Tese de Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Geociências do IG-USP, São Paulo (inédito).
- Teruggi & Kilmurray, (1975): Tandilia, 6to Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 55-78
- Teruggi & Kilmurray, (1980): Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires. *Seg. Simp. Geol. Reg. Arg. Acad. Nac. de Ciencias Córdoba*, 11: 919-965
- Umpierre M. & Halpern M. (1971): Edades Sr - Rb del Sur de la República Oriental del Uruguay. *Revista Asociación Geológica Argentina*. Buenos Aires, Argentina. 26:133-155.
- Walther, K. (1911): Las rocas cristalinas fundamentales de los alrededores de Montevideo. *Revista del Instituto de Agronomía*, (9): 1-39, Montevideo.
- Walther, K. (1919): Líneas fundamentales de la Estructura Geológica de la República Oriental del Uruguay. *Revista del Instituto Nacional de Agronomía, IIA Serie (3)*:3-67, Montevideo.
- Walther, K. (1920): Ideas Generales sobre la Geología del Uruguay. *Revista de la Asociación Rural del Uruguay* 49(11): 925-951, Montevideo.
- Walther, K. (1924): Estudios geológicos y geomorfológicos. *Revista del Instituto de historia y Geografía*, tomo III No. 1, 72 pág.
- Walther K. (1927): Consideraciones sobre los restos de un elemento estructural, aún desconocido del Uruguay y el Brasil más meridional. *Instituto de Geología y Perforaciones. Boletín*. Montevideo. 10: 1-381.
- Wilson, J.T. (1966): Did the Atlantic close and then reopen? *Nature*, 211: 676-681.