

# MAESTRIA EN GEOCIENCIAS

## Propuesta de Curso

**Nombre curso:** PALEOZOICO SUPERIOR DE LA CUENCA NORTE

**Docente responsable:** Héctor de Santa Ana

**Docente invitado:** Gerardo Veroslavsky

**Lugar:** Facultad de Ciencias

**Cant. Horas teóricas:** 30      **Cant. Horas prácticas:** 40

**Cant. horas presenciales:**      **Cant. horas no-presenciales:** 15

**Fecha inicio:** 26 Agosto      **Fecha finalización:** 28 Setiembre

**Horario (tentativo)** Sobre el final de la tarde (17-19.30) a Coordinar con estudiantes

**Apoyo financiero:** SI      **Monto:** 35.000

### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El curso está dirigido a estudiantes de posgrados y podrán asistir, sujeto al cupo, profesionales universitarios, interesados y vinculados académica y tecnológicamente con la temática. Podrán cursar un máximo de 10 estudiantes.

El objetivo es brindar a los estudiantes un estado de situación sobre el conocimiento actualizado de la evolución del Paleozoico Superior de la Cuenca Norte; y los avances sobre la dimensión, escala y edad de los procesos tectónicos y sedimentarios, y la identificación y valoración del potencial de los recursos minerales dentro ordenamiento temporal y espacial de las unidades geológicas.

## **II. METODOLOGIA DE ENSEÑANZA**

El curso consiste de clases teóricas presenciales o vía *skype* (ajustado a las normativas sanitarias), y de laboratorio en litoteca y cintoteca, con módulos teóricos y análisis y reconocimiento de muestras y unidades geológicas de pozos estratigráficos y exploratorios; y en estaciones de trabajo para análisis de información geofísica potencial, líneas sísmicas, perfiles geofísicos de perforaciones.

Las actividades prácticas de campo serán desarrolladas en la Cuenca Norte, concentrado en el reconocimiento de secciones de superficie en el departamento de Cerro Largo. Enmarcada en la actividad, se realizará la preparación, presentación y discusión de seminarios relacionados a la temática del curso.

Las unidades teóricas están concebidas para abordar la evolución del conocimiento sobre el Paleozoico Superior desde sus inicios hasta el estado actual, incluyendo aspectos relacionados con la evolución geológica regional del Período, y los tópicos de mayor controversia estratigráfica.

Las clases prácticas de campo están orientadas al reconocimiento de las unidades, la discusión sobre la naturaleza estratigráfica, con énfasis en el análisis de los linderos estratigráficos, reconocimiento de episodios y estilos estructurales generadores y deformadores del relleno de cuenca del Paleozoico superior, y las facies y productos sedimentarios de importancia conceptual, industrial y económico-social.

Los seminarios están orientados a la preparación de un tema, con relación afinidad temática de los estudiantes y profesionales, donde expondrán la base analítica de los datos utilizados y la integración y correlación de la información procesada e interpretada, y las líneas académicas, industriales o tecnológicas si las hubiere.

## **III. TEMARIO**

1. - Cuencas sedimentarias del Paleozoico superior de la región suroriental de América del Sur, génesis y evolución. Controles y herencias estructurales Paleozoicas, rasgos Paleogeográficos y Paleogeológicos de los registros sedimentarios de la Secuencia Permo-carbonífera. Estilos estructurales, controles y condicionantes geotectónicas, ciclos sedimentarios, discontinuidades y tipos de rellenos. Desarrollo, estilos y relación de las Cuencas Neo

Paleozoicas, registro e identificación de elementos generadores y deformadores de la Cuenca.

- 2.- Metodología y criterios de estudio de la Cuenca Permo-carbonífera y sus relaciones estratigráficas. Análisis de la Cuenca Norte, herramientas geológicas y geofísicas para su identificación y estudio. Reconocimiento de unidades estratigráficas y procesos sedimentarios en pozos de estudio y exploratorios en litoteca. Estudio de datos geofísicos potenciales (gravimetría y magnetometría, etc.), análisis de datos e información de Líneas sísmicas 2D en estaciones de trabajo, estudio de información exploratoria geoquímica y petrofísica.
- 3.- Una visión genética de la estratigrafía del Paleozoico superior. Identificación y caracterización de límites y ciclos estratigráficos, tecto-secuencias, sistemas depositacionales, sus relaciones espaciales y temporales y facies asociadas del ciclo Permo-carbonífero. Guías exploratorias y controles sedimentarios y estructurales de los recursos minerales de importancia económica de la Cuenca Norte.
- 4.
- 5.- Salida de campo en al Departamento de Cerro Largo (3,5 días de trabajo). Con 20 a 25 puntos y secciones de estudio. Reconocimiento de límites de la Cuenca y de la sedimentación Paleozoico superior, estructuras de generación, deformación y compartimentación de la Cuenca, grandes fracturas, lineamientos, suturas, fallas normales y transcurrentes, reactivaciones e inversiones estructurales, posibles guías y controles geológicos y exploratorios. Reconocimiento de unidades, ciclos y límites estratigráficos. Estudios de estructuras sedimentarias, identificación de sistemas depositacionales y asociaciones de facies de la secuencia permo-carbonífera, recursos minerales de importancia económica, distribución, propiedades, potencialidad y recursos prospectivos.

#### **IV. BIBLIOGRAFIA**

Andreis, R. R., Ferrando, L. A., 1996. Facies de sismitos na Formação San Gregorio (Eopermiano), margem sudeste de Bacia Gondwânica Uruguaia. XXXIX Congresso Brasileiro de Geología, Salvador, 1: 284-285.

Andreis, R.R., Bossi, G.E.m Montardo, D.K., 1980. O Grupo Rosário do Sul (Triássico) no Rio Grande do Sul-Brasil. XXXI Congresso Brasileiro de Geologia, Camboriú, Sociedade Brasileira de Geologia. Anais 2, 659-673.

Assine, M.L., de Santa Ana, H., Veroslavsky, G., Vesely, F.F., 2018. Exhumed subglacial landscape in Uruguay: erosional landforms, depositional environments, and paleo-ice flow in the context of the late Paleozoic Gondwanan glaciation. *Sedimentary Geology*, 369: 1-12.

- Beri, Á., Gutiérrez, P., Balarino, L., 2011. Palynostratigraphy of the late Palaeozoic of Uruguay, Paraná Basin. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 167: 16-29.
- Bossi, J. 1966, *Geología del Uruguay*. Departamento de Publicaciones de la Universidad de la República, Montevideo, 469 p..
- Bossi., J., Navarro, R. 2000. Recursos minerales del Uruguay. Ed. Rojobona, Montevideo. CD.
- Cagliari, J., Philipp, R.P., Buso, V.V., Netto, R.G., Klaus Hillebrand, P., da Cunha Lopes, R., Basei, M.A., Faccini, U.F., 2016. Age constraints of the glaciation in the Paraná Basin: evidence from new U-Pb dates. *Journal of the Geological Society*, 173: 2015-2161.
- Chebli, G.A., Mozetic, M.E., Rossello E.A., Buhler, M., 1999. Cuencas sedimentarias de la llanura Chacopampeana. In: Caminos, R. (ed.). *Geología Argentina*. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Buenos Aires. *Anales*, 29(20): 627-644.
- CPRM, 1980a. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Relatório final de pesquisa; Projeto Grande Candiota, Carvão Mineral, Bloco Sul de Candiota, v 1-2, texto e anexos. 289pp, unpublished.
- CPRM, 1980b. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Relatório final de pesquisa; Projeto Grande Candiota, Carvão Mineral, Área de Seival, 1, 260pp. unpublished
- Cobbold, P.R., Gapais, D., Rossello, E.A., Milani E.J., Szatmari, P., 1992. Permo-Triassic intracontinental deformation in SW Gondwana. In: de Wit, M.J. & Ransome, I.G.D. (eds.), *Inversion tectonics of the Cape Fold Belt, Karoo and Cretaceous Basins of Southern Africa*. A.A. Balkema 23-26, Rotterdam.
- Daemon, R.F., Quadros, L.P., 1970. Bioestratigrafia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná. XXIV Congresso Brasileiro de Geologia, Brasília, Sociedade Brasileira de Geologia. *Anais*, 359-412.
- Dalla Salda, L. Bossi, J., Cingolani, C., 1988. The Río de la Plata Cratonic region of southwestern Gondwana. *Episodes*, 11 (4): 263-269.
- Daners, G., 2015. Palynological and Biostratigraphic Analyses of Salsipuedes and Guichón Well Samples. Final Report, Facultad de Ciencias, Montevideo, 11 pp.
- de Oliveira, T.M., Oliveira, D., Schultz, C.L., Kerber, L., Pinheiro, F.L., 2018. Tanystropheid archosauromorphs in the Lower Triassic of Gondwana. *Acta Palaeontologica Polonica*, 63(4): 713-723.
- de Santa Ana, H. 2004. Análise Tectono-estratigráfica das Sequências Permotriássica e Jurocretácea da Bacia Chacoparanense Uruguaia ("Cuenca Norte"). IGCE-Universidade Estadual Paulista (Rio Claro, Brasil) PhD Thesis, 274 pp.
- de Santa Ana, H. and Ucha, N. 1994. Exploration perspectives and hydrocarbon potential of the Uruguayan sedimentary basins. ANCAP, Montevideo, 90 pp, unpublished.
- de Santa Ana H., Veroslavsky G., Fulfaro V.J. & Rossello E.A. 2006a. Cuenca Norte: evolución tectónica y sedimentaria del Carbonífero- Pérmico. In: Veroslavsky, G., Ubilla, M. & Martínez, S. (eds.). *Cuencas Sedimentarias de Uruguay: geología, paleontología y recursos naturales - Paleozoico*, DIRAC: 209-244.

de Santa Ana, H.B., Goso, C., and Daners, G. 2006b. Cuenca Norte: estratigrafía del Carbonífero-Pérmico. In: Veroslavsky, G., Ubilla, M., Martínez, S. (eds). Cuencas sedimentarias de Uruguay: geología, paleontología y recursos naturales: Paleozoico. Montevideo, Uruguay, DIRAC: 147-208.

Ernesto, M., Núñez, P., Xavier, P., Sánchez, L., Schultz, C, Piñeiro, G. 2020. Age on the Paleozoic Yaguarí-Buena vista succession from Uruguay: paleomagnetic and paleontologic information. *Journal of South American Earth Sciences*, 20, <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2019102489>

Falconer, J.D., 1937. La Formación Gondwana en el Nordeste del Uruguay con especial referencia a los terrenos eogondwánicos. *Boletín del Instituto de Geología y Perforaciones*, 23: 1-113

Fedorchuk, N.D., Isbell, J.L., Griffis, N.P., Montañez, I.P., Vesely, F.F., Iannuzzi, R., Mundil, R., Yin, Q.Z., Pauls, K.N., Rosa, E.L.M., 2019a. Origin of paleovalleys on the Rio Grande do Sul Shield (Brazil): implications for the extent of late Paleozoic glaciation in west-central Gondwana. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 531 (Part B). <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2018.04.013>

Fedorchuk, N.D., Isbell, J.L., Griffis, N.P., Veseley, K.N., Pauls, K.N., 2109b. Carboniferous glaciotectionized sediments in the southernmost Paraná Basin, Brazil: Ice marginal dynamics and paleoclimate indicators. *Sedimentary Geology*, 389:54-72.

França, A.B., Milani, E.J., Schneider, R.L., López-Paulsen, O., López M., J., Suárez-Soruco, R., de Santa-Ana, H., Weins, F., Ferreiro, O., Rossello, E.A., Bianucci, H.A., Aramayo-Flores, R.F., Vistalli, M.C., Fernández-Seveso, F.A., Fuenzalida, R.P., Muñoz N., 1995. Phanerozoic correlation in Southern South America. In: Tankard, A.J., Suárez-Soruco, R. & Welsink, H.J. (Eds.). *Petroleum basins of South America*, American Association of Petroleum Geologists, Memoir 62: 129-161.

Gomes, C.H., Almeida, D., 2019. New insights into the Gondwana breakup at the Southern South America by apatite fission-track analyses. *Advances in Geosciences*, 47: 1-15.

Gomes, A. J., Gomes, J. L., 2018. Deep-seated Geothermal Resources of the Paraná Basin. *International Journal of Terrestrial Heat Flow and Applied Geothermics*, 1(1). 52-58.

Goso, C. 1995. Análise estratigráfica da Formação São Gregório na borda leste da Bacia Norte uruguaia. IGCE-Unesp (Rio Claro, SP), Dissertação de Mestrado, 214 pp.

Griffis, N.P., Mundil, R., Montañez, I.P., Isbell, J., Fedorchuk, N., Vesely, F., Iannuzzi, R., and Yin, Q.-Z., 2018. A new stratigraphic framework built on U-Pb single zircon TIMS ages with implications for the timing of the penultimate icehouse (Paraná Basin, Brazil). *Geological Society of America Bulletin*, 130: 848-858.

Holz, M., Kuchle, J., Philipp, R.P., Bischoff, A.P., Arima, N. 2006. Hierarchy of tectonic control on stratigraphic signatures: base-level changes during the Early Permian in the Paraná Basin, southernmost Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 22: 185-204.

Holz, M., França, A.B., Souza, P.A., Iannuzzi, R., and Rohn, R. 2010. A stratigraphic chart of the late Carboniferous/Permian succession of the eastern border of the Paraná Basin, Brazil, South America. *Journal of South American Earth Sciences*, 29: 381-399.

Hueck, M., Oriolo, S., Dunkl, I., Wemmer, K., Oyhançabal, P., Schanofski, M.

2017. Phanerozoic low-temperature evolution of the Uruguayan Shield along the South American passive margin. *Journal of the Geological Society of London*, 174(4): 609-626.

Lambert, R., 1939. Memoria explicativa del mapa geológico de los terrenos sedimentarios y las rocas efusivas del Departamento de Durazno. *Boletín del Instituto de Geología y Perforaciones*, 25: 1-37.

Limarino, C.O., Césari, S.N., Spalletti, L.A., Taboada, A.C., Isbell, J.L., Geuna, S., Gulbranson, E.L., 2014. A paleoclimatic review of southern South America during the late Paleozoic: A record from icehouse to extreme greenhouse conditions. *Gondwana Research*, 25: 1396-1421.

López-Gamundí, O.R., 2006. Permian plate margin volcanism and tuffs in adjacent basins of west Gondwana: Age constraints and common characteristics. *Journal of South American Earth Sciences*, 22: 227-238.

Marmisolle, J., Veroslavsky, G., de Santa Ana, H., 2016. Depocenters with potential preservation of pre-carboniferous rocks in Norte basin (Uruguay). International Conference and Exhibition (Barcelona): 18-20, doi: 10.1190/ice2016-6337268.1

Milani, E.J., Ramos, V.A., 1998. Orogenias Paleozóicas no domínio Sul-Occidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, 28 (4): 527-544.

Mira, A., Veroslavsky, G., Rossello, E.A., Vives, L., Rodríguez, L., 2015. Subsurface geological modeling of Corrientes province (NE Argentina) and its relationships with the Guaraní Aquifer system function. *Journal of South American Earth Sciences*, 62: 148-163.

Montaño, J., Peel, E., Pérez, A., 2006. Hidrogeología del Paleozoico de la Cuenca Norte.. In: Veroslavsky, G., Ubilla, M. & Martínez, S. (eds.). *Cuencas Sedimentarias de Uruguay: geología, paleontología y recursos naturales - Paleozoico*, DIRAC: 281 - 302pp.

Núñez, P., Masquelin, H., Peel, E., Sánchez-Bettucci, L., 2019. Stratigraphy and tectonic setting of the Barriga Negra Formation in Uruguay: an update Brazilian *Journal of Geology*. *Brazilian Journal of Geology*, 49 (1), DOI: 10.1590/2317-4889201920180047.

Oyhantçabal, P., Siegesmund, S., Wemmer, K., 2010. The Río de la Plata Craton: a review of units, boundaries, ages and isotopic signature. *International Journal of Earth Sciences*, 100 (2-3): 201-220.

Preciozzi, F., Spoturno, J., Heinzen W., Rossi, P., 1985. Carta Geológica del Uruguay. 1:500.000. DINAMIGE, Montevideo.

Rocha-Campos, A.C., dos Santos, P.R., Canuto, J.R., 2008. Late Paleozoic glacial deposits of Brazil: Parana Basin, in Fielding, C.R., et al. eds., *Resolving the Late Paleozoic Ice Age in Time and Space: Geological Society of America Special Paper 441*, 97-114.

Rocha-Campos, C., Basei, M. A. S., Nutman, A.P., Santos, P.R., Passarelli, C.R., Canile, F.M., Rosa, O.C.R., Fernandes, M.T., de Santa Ana, H., Veroslavsky, G., 2019. U-Pb Zircon Dating of Ash Fall Deposits from the Paleozoic Paraná Basin of Brazil and Uruguay: A Reevaluation of the Stratigraphic Correlations. *Journal of Geology*, 127: 167-182.

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. SEG, New Orleans Annual Meeting: 1515-1519.

Rossello, E.A., Veroslavsky, G., de Santa Ana, H., Fúlfaro, V., Fernández-Garrasino, C., 2006. La Dorsal Asunción - Río Grande: Un altofondo regional entre las Cuencas Paraná (Brasil, Paraguay y Uruguay) y Chacoparanaense (Argentina). *Revista Brasileira de Geociências* 36 (2): 181-196.

Tankard, A., Uliana, M., Welsink, H., Ramos, V.A., Turic, M., Barros França, A., Milani, E.J., De Brito Neves, B., Eyles, N., Skarmeta, J., Santa Ana, H., Wiens, F., Cibrian, M., Lopez-Paulsen, O., Germs, G., De Wit, M., Machacha, T., and McMiller, G.R., 1995. Structural and tectonic controls of basin evolution in Southwestern Gondwana during the Phanerozoic. *In: Tankard, A.J., Suárez-Soruco R., and Welsink, H.J. (eds.) Petroleum Basins of South America. American Association of Petroleum Geologists, Memoir 62: 5-52.*

Uriz, N.J., Cingolani, C.A., Basei, M.A.S., Blanco, G., Abre, P., Portillo, N.S., 2016. Provenance and paleogeography of Devonian Durazno Group southern Parana Basin in Uruguay. *Journal of South American Earth Sciences* 66: 248-267.

Ucha, N., de Santa Ana, H., 1990. Evaluación del potencial hidrocarburífero del sector noroccidental de la Cuenca Norte uruguaya. División Investigación y Desarrollo, ANCAP, Montevideo, 140 pp, unpublished.

Veroslavsky, G., 1994. Análise faciológica e estratigráfica do Devoniano da borda sul da bacia do Paraná, Uruguai, IGCE-Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, PhD Thesis, 208 pp.

Zalán, P.V., Wolff, S., Conceição, J.C.J., Marques, A., Astolfi, M.A.M., Vieira, I.S., Appi, V.T., Zanotto, G.A., 1990. Bacia do Paraná. *In: Raja Gabaglia, G.P. y Milani, E.J. (eds.), Origem e Evolução das Bacias Sedimentares. Cenpes-PETROBRAS: 135-168.*

## **V. PREVIATURAS - REQUISITOS ACADEMICOS**

Licenciado en Geología, Licenciado en Biología con orientación en Paleontología

## **VI. PROCEDIMIENTO DE EVALUACION**

Presentación de Seminarios

Salida de campo/Informe final, 2 al 6 de setiembre de 2020.

