

DENOMINACION DEL PROYECTO: SEDIMENTOLOGÍA, QUIMIOESTRATIGRAFÍA Y GEOBIOLOGÍA DE LA COBERTURA SEDIMENTARIA NEOPROTEROZOICA DEL SISTEMA DE TANDILIA, ARGENTINA

OBJETIVOS GENERALES

La cubierta sedimentaria neoproterozoica del Cratón del Río de La Plata en el Sistema de Tandilia, foco de estudio de esta propuesta, está conformada por los Grupos Sierras Bayas y La Providencia, los cuales registran numerosas variaciones de tipo litológicas, geoquímicas, quimioestratigráficas y bioestratigráficas que podrían estar asociados a cambios climáticos o paleoambientales.

Esta cobertura sedimentaria se habría acumulado durante el desmembramiento del supercontinente de Rodinia y la configuración de Gondwana, en un intervalo temporal comprendido entre Criogénico y el Ediacareano, y es a partir de este estudio que se pretende arribar a resultados sobre los procesos deposicionales, registros de vida y cambios geoquímicos de manera de establecer cambios temporales y acotar edades.

Las sedimentitas neoproterozoicas marinas del Sistema de Tandilia resultan ser prácticamente únicas para el estudio de su evolución paleoambiental en relación a las facies sedimentarias, registro fósil y quimiofacies, en donde las variaciones composicionales y la quimioestratigrafía pueden representar evidencias contundentes de los cambios en las condiciones de los mares durante un intervalo temporal de más de 200 millones de años.

Dada la heterogeneidad de facies sedimentarias que caracterizan a los Grupos Sierras Bayas y La Providencia, se estima que el análisis sedimentológico detallado, secuencial de las mismas junto a la geoquímica (quimioestratigrafía), constituirán una herramienta clave para establecer las variaciones en los ambientes deposicionales, variaciones isotópicas y su correspondiente estado evolutivo. Los análisis microscópicos, acompañados de otros geoquímicos y composicionales por difracción de rayos X constituirán la manera de determinar la génesis de ciertos minerales indicadores y relacionarlos a procesos depositacionales y/o postdepositacionales.

Del mismo modo, la caracterización de la evolución sedimentológica, quimioestratigráfica y geobiológica en el registro sedimentario neoproterozoico representado en la región de Tandilia constituyen temáticas de gran relevancia, que permitirán la elaboración de un modelo evolutivo a través del reconocimiento de los principales factores de control sobre los procesos y productos reconocidos y de sus variaciones verticales y temporales.

El tema de trabajo permitirá abordar aspectos que han sido abordados de manera local hasta el presente en el estudio de las sedimentitas del Precámbrico de Tandilia, conjunto estratigráfico de gran valor ya que constituye, la fuente más importante de los recursos mineros de la Provincia de Buenos Aires. Se estudiará la secuencia, con un grado de detalle aún no alcanzado, y con metodologías aún poco desarrolladas en el país.

Esta investigación será de suma importancia a la hora de correlacionar esta sucesión sedimentaria, con otros registros sedimentarios criogénicos y ediacareanos del SO de Gondwana.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS E HIPÓTESIS DE TRABAJO

La sucesión sedimentaria neoproterozoica del Sistema de Tandilia se caracteriza por la conservación de una serie de atributos necesarios para indagar en el conocimiento de factores que controlaron su sedimentación, quimioestratigrafía y contenido bioestratigráfico. En estudios previos se ha podido demostrar, de manera local, que la misma preserva gran parte de las características litológicas, geobiológicas y geoquímicas primarias (Arrouy et al., 2016; Gómez Peral et al., 2017; 2018; Poiré et al., 2018), lo que la distingue de la mayoría de las unidades contemporáneas de otras regiones del margen SO de la cuenca de Gondwana (Uruguay, Brasil, Paraguay, Sudáfrica y Namibia) las que presentan distintos grados de deformación e incluso hasta metamorfismo.

Se describen abajo los objetivos requeridos para la realización del proyecto y como éstos podrían integrarse:

A partir del análisis de facies sedimentarias y estratigrafía secuencial se prevé el reconocimiento de las características de los paleoambientes, y como herramienta de correlación estratigráfica.

El análisis de facies junto a una apropiada caracterización composicional y en particular de las microfacies permitirán relacionar a los componentes primarios con las condiciones ambientales durante su depositación, y a los procesos y productos postdeposicionales con transformaciones posteriores. A partir del reconocimiento de las características microscópicas de los componentes con mayor grado de preservación se seleccionan los mismos para determinaciones geoquímicas que permitan inferir condiciones relacionadas al ambiente. Para ello son clave los análisis microscópicos de alta resolución.

Con el objetivo de realizar significativas interpretaciones de índole bioestratigráficas se llevarán adelante estudios de tipo macroscópicos y microscópicos. Los estudios macroscópicos parten de la observación directa en campo, con representaciones gráficas tridimensionales de las estructuras sedimentarias orgánicas. El procesamiento 3D de las estructuras órgano-sedimentarias, será utilizado con el fin de lograr caracterizar tafonómicamente los organismos generadores de dichas estructuras. Los estudios microscópicos, permitirán analizar y clasificar a los microorganismos (acritarcas) y por otro lado será una herramienta complementaria para describir a las microbialitas con mayor detalle.

Desarrollar estudios geoquímicos de elementos mayoritarios, trazas, permitirá establecer el potencial de preservación geoquímico (isotópico) de las rocas. El análisis de elementos con alta movilidad geoquímica (como Fe, Mn, Sr, Rb) y otros de baja a nula (tierras raras y otros), resultan de gran utilidad para determinar cambios producidos por el soterramiento o diagénesis de las rocas.

Los análisis de las tierras raras son muy útiles en la determinación de ciertas condiciones paleoambientales (variaciones redox del mar precámbrico y relación con los *Great Oxigen Events*). Relacionar la presencia, abundancia y variaciones verticales-temporales de elementos traza para reconocer las condiciones de oxigenación del ambiente vinculado a su origen, en relación a las condiciones paleoambientales.

La elaboración de curvas quimioestratigráficas de isótopos de Sr, C y O, son utilizadas para el reconocimiento de anomalías y su relación con curvas seculares del Neoproterozoico. Existen patrones característicos que pueden ser correlacionados con precisión tanto para el Criogénico como en el Ediacarano, los que son más veraces cuando están acompañados de un control bioestratigráfico.

Relacionar los datos de isótopos estables de C y O, y relaciones isotópicas de Sr en las unidades carbonáticas con cambios en la bioproductividad de los organismos y posibles cambios paleoclimáticos asociados, pueden revelar importantes conclusiones.

Realizar estudios geoquímicos en las sedimentitas silicoclásticas tiene como finalidad establecer parámetros geoquímicos de procedencia y correlacionarlos con posibles áreas de aporte.

Un enfoque importante se centrará en la identificación y descripción de las formas de vida primitiva, y sus implicancias bioestratigráficas y evolutivas. Dado que la actividad biogénica está íntimamente relacionada con la producción de CO₂, es posible observar y correlacionarla con variaciones en los isótopos de C y O.

La posición marginal del área de trabajo dentro del cratón y las características señaladas en los antecedentes generados por el GR hacen a éstas sucesiones particularmente interesantes para el entendimiento de los drásticos cambios ocurridos durante el Criogénico y Ediacareano. La **hipótesis** de trabajo apunta a demostrar que el conocimiento de la evolución de las condiciones paleoambientales y paleoclimáticas, durante un intervalo temporal tan amplio, y la relación con su posición paleogeográfica y/o latitudinal dentro de la cuenca, permitirían su correlación en el contexto del Neoproterozoico del Cratón del Río de La Plata, y como parte del margen sudoeste de Gondwana. Cabe destacar que estos temas se han podido resolver en otras unidades similares y potencialmente comparables dentro de la misma cuenca y en el mismo período (en Uruguay, Paraguay, Brasil).

En síntesis, la extensión regional de los estudios de la sedimentología y geoquímica en correlación con los de la estratigrafía, bioestratigrafía y paleoambientes asociados, son propuestos como base de un modelo de reconstrucción paleoclimático en el contexto de los eventos globales conocidos y acotados para el Neoproterozoico del Gondwana suroccidental, de los que poco se ha indagado y mucho se desconoce en el área de estudio.

RELEVANCIA DEL PROBLEMA

El estudio de las sedimentitas neoproterozoicas reviste un interés peculiar debido a que las mismas suelen contener numerosas evidencias del desmembramiento del supercontinente de Rodinia, de eventos glaciales globales, fluctuaciones de gran amplitud en los registros “*proxy*” geoquímicos y un incremento paulatino pero notable tanto en la biodiversidad como en evolución hacia formas de vida cada vez más complejas (Knoll et al., 2006; Xiao et al., 2016).

En gran parte de los antecedentes revisados sobre estudios de unidades del Neoproterozoico se puede observar que los resultados son tratados en forma independiente enfocando los mismos a estudios segmentados. Sin embargo, dada la estrecha relación entre los mismos, se propone integrar los estudios de manera multidisciplinaria (sedimentológicos con los quimioestratigráficos y bioestratigráficos).

El presente proyecto pretende generar un conocimiento específico de la evolución sedimentológica, geobiológica y quimioestratigrafía del registro sedimentario del Neoproterozoico de Tandilia y su implicancia en el margen SO de Gondwana. Para esto, se requiere de un análisis integral de los procesos de sedimentación, condiciones geoquímicas del ambiente de depositación, que junto a los rasgos geobiológicos permitan indicar cambios paleambientales y paleoclimáticos.

Las valores de isótopos de carbono en las sucesiones carbonáticas neoproterozoicas del mundo, muestran excursiones desde valores negativos a positivos de $\delta^{13}\text{C}$ cuando se sitúan justo al final de un evento glacial (Kaufman et al., 1997, Hoffman et al., 1998, Halverson et al., 2010; Xiao et al., 2016; Gómez Peral et al., 2017; Poiré et al., 2017; Wang et al., 2017).

El Sistema Ediacareano puede ser dividido bioestratigráficamente en tres series según la caracterización de los acritarcos y microfósiles (Xiao et al., 2016). Las series media y superior separadas por la glaciación Gaskiers (representada por una excursión de $\delta^{13}\text{C}$ a los ~583 Ma, Zhou and Xiao, 2007; Xiao et al., 2016; Gómez Peral et al., 2018).

La combinación de perfiles de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ es limitada en sucesiones del Neoproterozoico, debido a la movilidad relativa del O cuando la alteración diagenética es alta, y sólo algunos aportes recientes han encontrado patrones primarios de C y O combinados en sucesiones antiguas (Tahata et al., 2013; Veizer and Prokhopf, 2015; Loyd et al., 2015; Gómez Peral et al., 2018).

La quimioestratigrafía del estroncio resulta asimismo una herramienta de correlación muy utilizada y confiable para correlacionar sucesiones del Neoproterozoico. Las relaciones de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ para este período muestra valores en aumento de 0.7060 a 0.7073 para carbonatos de 760 a 600Ma, luego la curva se estabiliza en alrededor de 0.7080, y muestra un progresivo aumento hasta ~0.7090 que coincide con la excursión Shuram, que luego cae a 0.7085 en el final del Ediacareano (Cui et al., 2015; Xiao et al., 2016).

La paleotemperatura es uno de los parámetros más indicativos de cambios climáticos, y suele estimarse a partir de isótopos del O en rocas y fósiles carbonáticos (e.g. Veizer et al., 2000; Veizer and Prokhopf, 2015; Loyd et al., 2015) siendo los datos del Neoproterozoico muy acotados (Tahata et al., 2013; Gómez Peral et al., 2018).

Al final de la era neoproterozoica, las condiciones paleoambientales fueron extremas, asociadas a cambios ocurridos en todo el planeta, extinciones bióticas y el colapso de la bioproductividad en los océanos, con consecuencias evolutivas desencadenadas por una glaciación drástica a bajas latitudes según la hipótesis de la bola de nieve / *slushball* (Hoffman et al., 1998). Posteriormente, estas condiciones fueron sustituidas por un período de invernadero, responsable de la precipitación de capas carbonáticas “*cap-carbonates*” sobre depósitos glaciales distribuidos en muchas regiones del mundo (Corsetti et al., 2006). Las condiciones anóxicas generadas después de este evento paleoclimático extremo se relacionan con la acumulación y conservación de materia orgánica, la estratificación de los océanos en relación al aporte de aguas de desglaciación, elevadas concentraciones de nutrientes (P, Fe), detritos glaciales erosionados, y en muchos casos a un evento transgresivo súbito que suprime el aporte de material terrígeno del continente. Una “*cap-carboante*” implica la instalación de condiciones propicias para la precipitación de carbonato de calcio, luego de un período glacial (Hoffman et al., 1998), con valores isotópicos del $\delta^{13}\text{C}$ inicialmente negativos asociados a la influencia del agua de deshielo. Estos valores se incrementan a medida que la salinidad de los mares se reestablece junto a las condiciones climáticas cada vez más favorables, en donde los valores son los más positivos.

Por otro lado, es frecuente encontrar capas carbonáticas dolomíticas “*cap-dolostones*” asociadas al desarrollo de estructuras típicas de estromatolitos tubulares (o columnares), más frecuentes en el Criogénico (Gómez Peral et al., 2017). Las morfologías estromatolíticas en forma de túbulos son consideradas como un indicador de condiciones de desglaciación y mezcla de aguas (Corsetti and Grotzinger, 2015; Wallace et al., 2015).

Las evidencias más contundentes sobre cambios climáticos registrados en unidades del neoproterozoico surgen de los análisis quimioestratigráficos de isótopos estables de C y O (Jacobsen y Kaufman, 1999; Kaufman y Knoll, 1995; Knoll et al., 1986; Halverson, 2010), sumado a la correlación temporal de las anomalías registradas mediante la calibración, en continuo avance, de las curvas seculares de isótopos (Melezhik et al., 2001; 2005; Jacobsen y Kaufman, 1999).

Las sedimentitas del Sistema de Tandilia resultan ser prácticamente únicas para el estudio de su evolución paleoambiental y paleoclimática en relación a las facies sedimentarias y quimiofacies, en donde las variaciones

composicionales y la quimioestratigrafía pueden revelar los cambios en las condiciones de los mares durante un intervalo temporal de 200 millones de años o mayor. Las edades de sedimentación a partir de circones detríticos sólo han podido acotar a la cubierta sedimentaria a una depositación posterior a los 1000 Ma (Gaucher et al., 2008; Cingolani, 2011; Rapela et al., 2011). Mientras que el límite superior en edad de la sucesión, tope del Grupo La Providencia, fue recientemente acotado por la presencia de *Aspidella* en 560-550 Ma (Arrouy et al., 2016).

La existencia de importantes discordancias y paleosuperficies de meteorización asociadas en el Grupo Sierras Bayas ha sido referida previamente por Iñiguez et al. (1990) y Andreis et al. (1992). En este sentido, la discordancia representada entre la Formaciones Villa Mónica y Cerro Largo (Gómez Peral, et al., 2011, 2013, 2014b) y la del techo del Grupo Sierras Bayas (Barrio et al., 1991) constituyen superficies claves a la hora de comprender los lapsos temporales que éstas representan. Para la superior, se refiere una extensión regional y fue correlacionada a un mismo evento en Uruguay, Sudáfrica, Namibia por Poiré et al. (2007). Será a partir de su estudio sedimentológico y geoquímico, que se puedan reconstruir las características ambientales bajo las cuales estas se formaron. Así, posteriormente establecer las condiciones climáticas, cambios atmosféricos y de meteorización asociados a su génesis. Y de este modo, ser utilizadas como marcadores de correlación a escala intra e intercuenal.

Esta investigación propone entender que los cambios paleambientales y los factores extrínsecos o intrínsecos que los controlaron, será de vital importancia para entender la evolución del relleno sedimentario de esta cuenca durante el Neoproterozoico, siendo requisito fundamental la generación de nuevos datos de campo y laboratorio.

Cabe considerar que la sucesión sedimentaria Neoproterozoica del Sistema de Tandilia, tanto en las áreas de Olavarría como de Barker, reviste un gran interés para la industria minera debido a la presencia de altos volúmenes de calizas, otras sedimentitas como pelitas y dolomías, y rocas graníticas del basamento.

Se considera que esta investigación tendrá impacto directo sobre el desarrollo y mejor aprovechamiento de los recursos naturales no renovables de la región (rocas de aplicación y minerales no metalíferos) y propende la promoción del conocimiento científico y el manejo de áreas con fuerte explotación minera, como son los yacimientos de calizas para cemento y cal, de arcillas para diferentes usos, rocas de aplicación y ornamentales, incluidos dentro del área de estudio.

Antecedentes. Los estudios sobre la configuración paleogeográfica durante el Criogénico y Ediacareano de Tandilia han sido abordados principalmente con foco en las rocas del basamento cratónico (Rapela et al., 2007), mientras que las edades de la cobertura sedimentaria, su distribución e implicancia de las discordancias regionales desde la fragmentación de Rodinia y configuración de Gondwana, continúan siendo un motivo central de discusión. Los Grupos Sierras Bayas y La Providencia (Iñiguez et al., 1990; Arrouy, 2015) han sido definidos como los afloramientos de sedimentitas neoproterozoicas más australes del cratón del Río de La Plata y se han correlacionado con unidades equivalentes de Uruguay (Gaucher et al., 2009), de los estados brasileños de Paraná y Sao Paulo (Boggiani et al., 2009) y con el Grupo Nama de Sudáfrica (Dalla Salda, 1982).

Muchos autores han contribuido al conocimiento y esclarecimiento de los aspectos geológicos de las sucesiones neoproterozoicas del Sistema de Tandilia, tales como la estratigrafía, sedimentología, componentes arcillosos, trazas fósiles, estromatolitos, dataciones entre otros (Poiré y Spalletti, 2005 y trabajos allí citados). Para mayores referencias puede consultarse asimismo trabajos de síntesis (Iñiguez, 1999).

En gran parte de los antecedentes revisados sobre estudios de quimioestratigrafía en unidades del Neoproterozoico, se puede observar que los resultados pueden ser tratados en forma independiente al tipo de facies sedimentarias, cambios relativos del nivel del mar, regímenes diagenéticos, etc., (Jacobsen y Kaufman, 1999; Kaufman y Knoll, 1995; Kaufman et al., 1993, Kaufman et al., 1991; Knoll et al., 1995; Knoll et al., 1986; Melezhik et al., 2001). Sin embargo, se ha demostrado que existe una relación de dependencia entre los mismos, y que puede ser concluyente ante determinadas interpretaciones (Gómez Peral et al., 2007; Frimmel, 2010, y otros).

A partir de estudios previos se ha avanzado en establecer la relación entre las variaciones seculares de isótopos de C y O respecto a los regímenes diagenéticos (reconocidos en análisis composicionales de detalle; Gómez Peral, 2008), como de los indicadores geoquímicos (Mn, Rb, Sr y Fe y sus respectivas relaciones) determinantes para indicar la preservación química de las rocas carbonáticas. Otro de los parámetros utilizados es el valor del $\delta^{18}\text{O}$ (Kaufman and Knoll, 1995; Jacobsen and Kaufman, 1999).

De lo anterior se desprende que la representación de la información de esta cuenca neoproterozoica en su totalidad, resulta imprescindible para el desarrollo de estudios regionales de alto impacto global, (Kaufman et al 2007; Misi et al, 2007; Bartley et al, 2007; Chef et al, 2007; Jiang et al, 2007 y Giddings y Wallace, 2008, Gaucher et al., 2009; Frimmel, 2009; Frimmel, 2010; Halverson, 2010; Sial y Ferreira, 2010; McDonald et al., 2010; Tahata et al., 2012; Gómez Peral et al., 2017). Entre los avances más recientes en estudios sobre la sedimentología, geoquímica, petrología, bioestratigrafía de las sedimentitas neoproterozoicas se encuentran los de Gómez Peral et al. (2014; 2017) y Arrouy et al. (2015; 2016). Si bien hasta el presente, se ha avanzado notablemente en el análisis quimioestratigráfico y diagenético de las sedimentitas neoproterozoicas de Tandilia en el área de Olavarría (Gómez Peral, et al, 2007; Gómez Peral, 2008; Gómez Peral et al., 2017), existen, sin embargo, numerosos estudios por llevar a cabo para resolver la evolución en sentido regional y que permitan correlacionar estas sucesiones con otras del contexto paleogeográfico del SO de Gondwana.

Referencias citadas

- Barrio, C.A.; Poiré, D.G. y Iñiguez Rodriguez, A.M., 1991. El contacto entre la Formación Loma Negra (Grupo Sierras Bayas) y la Formación Cerro Negro: un ejemplo de Paleokarst, Olavarría, provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 46 (1-2): 69-76.
- Bartley, J.K., Kah, L., McWilliams, J.L., Stagner, A.F. 2007. Carbon isotope chemostratigraphy of the Middle Riphean type section (Avzyan Formation, Southern Urals, Rusia): signal recovery in a fold-and-thrust belt. *Chemical Geology*, 237: 211-232.
- Corsetti, F.A., Grotzinger, J.P., 2015. Origin and Significance of Tube Structures in Neoproterozoic Post-glacial Cap Carbonates: Example from Noonday Dolomite, Death Valley, United States. *Geology*, 43(5), 459-462.
- Frimmel, H.E., 2010. On the reliability of stable carbon isotopes for Neoproterozoic chemostratigraphic correlation. *Precambrian Research*, 182, 239-253.
- Giddings, J.A., Wallace, M.W., 2008. Facies-dependent $\delta^{13}\text{C}$ variation from a Cryogenian platform margin, South Australia: evidence for stratified Neoproterozoic oceans?. *Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology*, 271, 196-214.
- Halverson, G.P., Wade, B.P., Hurtgen, M., Barovich, K.M., 2010. Neoproterozoic chemostratigraphy. *Prec. Res.* 182, 337–350
- Hoffman, P.F., Kaufman, A.J., Halverson, G.P., Schrag, D.P., 1998. A Neoproterozoic snowball Earth. *Science*, 281, 1342-1346.
- Iñiguez Rodriguez, A. M., 1999. La Cobertura Sedimentaria de Tandilia. En: Caminos R. (Ed): *Geología Argentina.*, pp.101-106, SEGEMAR, Anales 29, Buenos Aires.
- Jacobsen, S.B., Kaufman, A.J., 1999. The Sr, C and O isotopic evolution of Neoproterozoic seawater. *Chemical Geology* 161, 37-57.
- Jiang G., Kaufman, A.J., Christie-Blick, N., Zhang, S., Wu, H., 2007. Carbon isotope variability across the Ediacaran Yantze platform in South China: Implications for a large surface-to-deep ocean $\delta^{13}\text{C}$ gradient. *Earth and Planetary Science Letters*, 261, 303-320.
- Kaufman A.J., Knoll A.H., 1995. Neoproterozoic variations in the C-isotopic composition of seawater: stratigraphic and biogeochemical implications. *Precambrian Research* 73, 27-49.
- Kaufman, A.J., Corsetti, F.A., Varni, M.A., 2007. The effect of rising atmospheric oxygen on carbon and sulfur isotope anomalies in the Neoproterozoic Johnnie Formation, Death Valley, USA. *Chemical Geology*, 237, 47-63.
- Kaufman, A.J., Hayes, J.M., Knoll, A.H., Germs, G.J.B., 1991. Isotopic compositions of carbonates and organic carbon from Upper Proterozoic successions in Namibia: stratigraphic variations and the effects of diagenesis and metamorphism. *Precambrian Research* 49, 301-327.
- Kaufman, A.J., Jacobsen, S.B., Knoll, A.H., 1993. The Vendian record of Sr- and C-isotopic variations in seawater: implications for tectonics and paleoclimate. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 120, 409-430.
- Kaufman, A.J., Sial, A., Frimmel, H.E., Misi, A., 2009. Neoproterozoic to Cambrian Paleoclimatic Events in Southwestern Gondwana. Chemostratigraphy. Neoproterozoic-Cambrian tectonics, global change and evolution: a focus on southwestern Gondwana. *Developments in Precambrian Geology* 16, Elsevier. Gaucher, C., Sial, A.N., Halverson, G.P., Frimmel, H.E. (Eds.). (ISBN-13: 978-0-444-53249-7), Chapter 11.1 369-388.
- Knoll, A.H. Hayes, J.M., Kaufman, A.J., Swett, K., Lambert, I.B. 1986. Secular variation in carbon isotope ratios from Upper Proterozoic successions of Svalbard and East Greenland. *Nature* 321, 832-838.
- Knoll, A.H., Kaufman A.J., Semikhatov M.A., 1995. The carbon – isotopic composition of Proterozoic carbonates: Riphean successions from Northwestern Siberia (Anabar Massif, Turukhansk Uplift). *American Journal of Science* 295, 823-850.
- Melezhik, V.A.; Gorokhov, I.M.; Kuznetsov, A.B., Fallick, A.E., 2001. Chemostratigraphy of Neoproterozoic carbonates: implications for “blind dating”. *Terra Nova* 13, 1-11.
- Misi, a., Kaufman, A.J., Veizer, J., Powis, K., Azmy, K., Boggiani, P.C., Gaucher, C., Teixeira, J.B.G., Sanches, A.L., Iyer, S.S.S., 2007. Chemostratigraphy correlation of Neoproterozoic successions in South America. *Chemical Geology*, 237, 143-167.
- Rapela, C.W., Pankhurst, R.J., Casquet, C., Fanning, C.M., Baldo, E.G., González-Casadío, J.M., Galindo, C., Dahlquist, J. 2007. The Río de la Plata Craton and the assembly of SW Gondwana. *Earth Science Reviews*, 83, 49–82.
- Rapela, C.W., Fanning, C.M., Casquet, C., Pankhurst, R.J., Spalletti, L., Poiré, D., Baldo, E.G., 2011. The Rio de la Plata craton and the adjoining Pan-African/brasiliano terranes: Their origins and incorporation into south-west Gondwana. *Gondwana Research* 20, 673–690.
- Tahata, M., Ueno, Y., Ishikawa, T., Sawaki, Y., Murakami, K., Han, J., Shu, D., Li, Y., Guo, J., Yoshida, N., Komiya, T., 2013. Carbon and oxygen isotope chemostratigraphies of the Yangtze platform, South China: Decoding temperature and environmental changes through the Ediacaran. *Gondwana Research* 23, 333–353
- Veizer, J. and Prokoph, A., 2015. Temperatures and oxygen isotopic composition of Phanerozoic oceans. *Earth-Science Reviews* 146, 92–104.
- Wallace, M. W., Hood, A. V. S., Woon, E. M. S., Giddings, J. A., Fromhold, T. A. (2015). The Cryogenian Balcanoona reef complexes of the northern flinders ranges: Implications for Neoproterozoic ocean chemistry. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 417, 320–336. doi:10.1016/j.palaeo.2014.09.028
- Wang, W., Guan, C., Zhou, C., Peng, Y., Pratt, L. M., Chen, X., Chen, L., Chen, Z., Yuan, X., Xiao, S., 2017. Integrated carbon, sulfur, and nitrogen isotope chemostratigraphy of the Ediacaran Lantian Formation in South China: Spatial gradient, ocean redox oscillation, and fossil distribution. *Geobiology* 15, 552–571.
- Xiao, S., Narbonne, G.M., Zhou, C., Laflamme, M., Grazhdankin, D.V., Moczydlowska-Vidal, M., Cui, H., 2016. Towards an Ediacaran Time Scale: Problems, Protocols, and Prospects. *Episodes* Vol. 39, no. 4, 540-555.

RESULTADOS PRELIMINARES Y APORTES DEL GRUPO AL ESTUDIO DEL PROBLEMA EN CUESTIÓN

En lo que refiere al estudio de las sucesiones sedimentarias neoproterozoicas del Sistema de Tandilia, más precisamente de los Grupos Sierras Bayas y La Providencia, se han producido algunas inferencias sobre cambios paleoambientales y paleoclimáticos desde el conocimiento geológico y sedimentológico (Poiré et al., 2007; 2018; Gómez Peral et al., 2017; 2018), sin llegar a profundizar en el estudio del origen de los mismos y en un análisis integral de toda la sucesión, que permita calibrar y comprender con mayor claridad la influencia y extensión de tales cambios, eventos y su correlación. En la actualidad las evidencias más contundentes sobre tendencias registradas en estas unidades han surgido a partir de análisis quimioestratigráficos de isótopos estables de C y O (Gómez Peral et al., 2007; 2017; 2018), y bioestratigráficos (Arrouy et al., 2018). A pesar de estos avances sigue abierta y en discusión la correlación temporal de las anomalías registradas, y en particular su relación con la evolución en las formas y rasgos de vida registrados. Por tal motivo, el análisis sistemático y detallado sedimentológico, bioestratigráfico y geoquímico-isotópico constituyen las herramientas a integrar y necesarias para acotar temporalmente a las unidades y a los cambios que éstas reflejan.

En el presente proyecto se incluye a toda la sucesión precámbrica, abordando estudios en las sedimentitas de los Grupo Sierras Bayas y La Providencia, cabe remarcar que se han generado numerosos estudios previos que se tomarán como base (Arrouy et al., 2016; Gaucher y Poiré, 2009; Poiré y Gaucher, 2009; Gaucher et al., 2009; Gómez Peral, 2008; Gómez Peral et al., 2007; 2011, Poiré y Sapalletti, 2005; Poiré et al 2007; Zimmermann et al., 2011) y punto de partida de los análisis más detallados y puntuales planteados en la presente investigación.

Los últimos aportes logrados en el conocimiento de las sedimentitas del Grupo Sierras Bayas y Grupo La Providencia, por parte del grupo de trabajo han sido importantes, principalmente se han centrado en el área de Olavarría (Gómez Peral et al., 2014; 2017; Arrouy, 2015; Arrouy et al., 2015; 2016). Durante esa etapa se ha profundizado en estudios petrográficos, geoquímicos y bioestratigráficos, que en gran parte contribuyeron a la caracterización de las sedimentitas precámbricas. Los mismos han demostrado que la cobertura sedimentaria en estudio preserva gran parte de las características litológicas primarias, con la influencia localizada de procesos diagenéticos e hidroltermalismo sobreimpuestos (Gómez Peral et al., 2007; 2011; 2017), a diferencia de lo que ocurre en otras unidades neoproterozoicas del SO de Gondwana (Uruguay, Brasil, Sudáfrica y Namibia) que muestran distintos grados de deformación e incluso de metamorfismo.

En el mismo sentido, la selección de las facies con microfábricas preservadas y quimiofacies que cumplan con todos los *proxies* se hará con el fin de obtener los datos más representativos de la signatura primaria de los niveles a estudiar. Tales determinaciones implican que los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ que se utilizarán para interpretaciones asociadas a los procesos de depositación serán únicamente aquellos que muestren alto grado de preservación isotópica.

El estudio de los isótopos estables de C y O, junto a las relaciones de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ son usados para inferir edades y establecer tendencias en el tiempo de las unidades carbonáticas en sentido vertical (Jacobsen y Kaufman, 1999; Halverson et al., 2010; Xiao et al., 2016 entre otros). Durante esta investigación uno de los propósitos será extender los estudios y conocimientos a otras localidades del Sistema de Tandilia, donde las unidades carbonáticas y silicoclásticas están expuestas, principalmente con la constante apertura de nuevas canteras de explotación como a partir de los datos de perforaciones y testigos.

Se planteará la discusión acerca de la interpretación de las variaciones seculares de los isótopos estables de C y O en relación a períodos de glaciación, temática que genera una fuerte controversia entre distintas líneas de entendimiento (Frimmel, 2009; Frimmel, 2010). Por un lado, se contempla si las variaciones de los valores de dichos isótopos son debidas a la litificación de los sedimentos originales, o si los mismos fueron difieren a los del mar al momento de su depositación.

En trabajos previos, se ha comprobado que una visión integrada de los resultados sedimentológicos, geobiológicos y quimioestratigráficos, en relación a los cambios depositacionales y diagenéticos de las sedimentitas neoproterozoicas contribuye notablemente a reforzar las conclusiones arribadas. Por este motivo, de optar a desarrollar esta propuesta de investigación, se pretende aplicar una metodología de trabajo similar, por considerarla satisfactoria y ampliamente aceptada, aunque actualizada y reorientada a la caracterización de las facies sedimentarias, paleoambientes, registro fósil y quimiofacies en sentido regional.

Se considera que una de las mayores contribuciones de esta investigación será el ensamblado y confrontación entre la información previa y la que se genere a partir de la misma, como las piezas de un rompecabezas, que conlleven a una visión regional e integrada de la evolución paleoambiental y paleoclimática de los Grupos Sierras Bayas y La Providencia en el Sistema de Tandilia, y su potencial correlación dentro del margen sudoeste de Gondwana, siendo requisito fundamental la generación de nuevos datos de campo y laboratorio.

Publicaciones más relevantes del GR y GC relacionadas a la temática propuesta

- Arrouy, M.J., 2015. Sedimentología y estratigrafía de los depósitos ediacareano-paleozoicos suprayacentes a las calizas del precámbrico del Sistema de Tandilia, provincia de Buenos Aires, Argentina. Tesis doctoral, 285 pp. (online SEDICI-UNLP).
- Arrouy, M. J., Poiré, D. G., Gómez Peral, L. E., Canalicchio, J. M., 2015. Sedimentología y estratigrafía del grupo La Providencia (Nom. Nov.): Cubierta Neoproterozoica, Sistema de Tandilia, Argentina. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis*, LAJSBA 22 (2), 1–38.
- Arrouy, M.J., Warren, L.V., Quaglio, F. Poiré, D.G., Guimarães Simões, M., Boselli, M.R., Gómez Peral, L.E., 2016. Ediacaran discs from South America: probable soft-bodied macrofossils unlock the paleogeography of the Clymene Ocean. *Scientific Reports* 6:30590, 1-10. DOI: 10.1038/srep30590.
- Gaucher, C. Poiré, D. G. Gómez Peral L., Chigilino, L., 2005. Litoestratigrafía, bioestratigrafía y correlaciones de las sucesiones sedimentarias del Neoproterozoico-Cámbrico del Cratón del Río de La Plata (Uruguay y Argentina). *LAJSBA*, 12 (2): 145-160.
- Gaucher, C., Finney, S.C., Poiré, D.G., Valencia, V., Grove, M., Blanco, G., Pamoukaghlián K., Gómez Peral, L.E., 2008. Detrital zircon ages of Neoproterozoic sedimentary successions in Uruguay and Argentina: insights into the geological evolution of the Río de la Plata Craton, 2008. *Precambrian Research*, 167, 150-170. <http://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2008.07.006>
- Gaucher, C., Sial, A.N., Poiré, D., Gómez-Peral, L.E., Ferreira, V.P., Pimentel, M.M., 2009. Chemostratigraphy. Neoproterozoic-Cambrian Tectonics, Global Change And Evolution: A Focus On South Western Gondwana. *Developments in Precambrian Geology* 16, Elsevier. Gaucher, C., Sial, A.N., Halverson, G.P., Frimmel, H.E. (Eds.) (ISBN-13: 978-0-444-53249-7) [http://dx.doi.org/10.1016/S0166-2635\(09\)01607-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0166-2635(09)01607-7).
- Gómez Peral, Lucía E., 2008. Petrología y Diagénesis de las unidades sedimentarias precámbricas de Olavarría, provincia de Buenos Aires. Tesis doctoral Tomo I: 327pp y tomo II: 292pp (online SEDICI-UNLP).
- Gómez Peral, L.E. Poiré, D.G., Sial, A.N., Arrouy, M.J., 2013. A Neoproterozoic paleokarstic surface in the upper Villa Mónica Formation, Tandilia System, Argentina: Preliminary constraints on its origin and diagénesis. 6° Latin American Congress of Sedimentology, July 2013, Sao Paulo, Brasil.
- Gómez Peral, L.E., Poiré, D.G., Raigemborn, M.S. y Arrouy, M.J. Origen y diagénesis del karst del Tope de la Formación Villa Mónica, Sistema de Tandilia, Argentina. *Actas XIV Reunión Argentina de Sedimentología*, Madryn, 1-5 Septiembre de 2014
- Gómez Peral, L.E., Poiré, D.G., Strauss H., Zimmermann, U., 2007. Chemostratigraphy and diagenetic constraints on Neoproterozoic carbonate successions from the Sierras Bayas Group, Tandilia System, Argentina. *Chemical Geology*, 237, 127-146.
- Gómez-Peral, L.E., Raigemborn, M.S., Poiré, D.G., 2011. Petrología y evolución diagenética de las facies silicoclásticas del Grupo Sierras Bayas, Sistema de Tandilia, Argentina. *LAJSBA*, 18 (1), 3–41.
- Gómez-Peral, L.E., Kaufman, A.J., Poiré, D.G., 2014. Paleoenvironmental implications of two phosphogenic events in Neoproterozoic sedimentary successions of the Tandilia System, Argentina. *Precambrian Research*, 252, 88–106.
- Gómez-Peral, L.E., Sial, A.N., Arrouy, M.J., Richiano, S., Ferreira, V.P., Kaufman, A.J., Poiré, D.G., 2017. Paleoclimatic and paleoenvironmental evolution of the Early Neoproterozoic basal dolomitic platform, Río de La Plata Craton, Argentina: insights from the $\delta^{13}\text{C}$ chemostratigraphy. *Sedimentary Geology*, 353, 139-157.
- Gómez-Peral, L.E., Kaufman, A.J., Arrouy, M.J., Richiano, S., Sial, A.N., Poiré, D.G., Ferreira, V.P., 2018. Preglacial palaeoenvironmental evolution of the Ediacaran Loma Negra Formation, far southwestern Gondwana, Argentina. *Precambrian Research*, 315, 120-137.
- Poiré, D.G., 1987. Mineralogía y sedimentología de la Formación Sierras Bayas en el Núcleo Septentrional de las sierras homónimas, partido de Olavarría, provincia de Buenos Aires. Unpublised PhD Tesis 494, UNLP, 271 pp.
- Poiré, D.G., Gaucher, C., 2009. Lithostratigraphy. Neoproterozoic-Cambrian evolution of the Río de la Plata Palaeocontinent. In: C. Gaucher, A.N. Sial, G.P. Halverson y H.E. Frimmel (Eds.), *Neoproterozoic–Cambrian Tectonics, Global Change and Evolution: a focus on southwestern Gondwana*. *Developments in Precambrian Geology* 16, 87–101.
- Poiré, D.G., Gaucher, C., Germs, G. 2007. La Superficie “Barker” y su importancia regional, Neoproterozoico del Cratón del Río de La Plata. 6ª Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses, Acta de Resúmenes: 36, Mar del Plata.
- Poiré, D.G., Spalletti, L.A., 2005. La cubierta sedimentaria precámbrica/paleozoica inferior del Sistema de Tandilia. In: R.E. De Barrio, R.O. Etcheverry, M.F. Caballé and E.J. Llambías (Editors), *Geología y Recursos Minerales de la provincia de Buenos Aires*. *Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino*: 51-68, La Plata.
- Poiré, D.G., Gómez Peral, L.E., Arrouy, M.J., 2018. Glaciations in South America. In *Geology of Southwest Gondwana*, Siegesmund, S., Basei, M.A.S., Oyhantçabal, P., Oriolo, S. (Eds.). Special Publication of Springer-Nature, 527-541.
- Velásquez-Bagnoud, M., Spangenberg, J.E., Poiré, D.G., Gómez Peral, L.E., 2013. Stable isotopes (C, S) and hydrocarbon biomarkers in Neoproterozoic sediments of the upper section of Sierras Bayas Group, Argentina. *Precambrian Research*, 231, 388-340.
- Zimmermann, U., Poiré, D.G., Gómez Peral, L.E., 2011. Neoproterozoic to Lower Palaeozoic successions of Tandilia System in Argentina: Implication for the palaeotectonic framework of southwest Gondwana. *International Journal of Earth Sciences*, 100, 489-510.

CONSTRUCCIÓN DE LA HIPÓTESIS y JUSTIFICACIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA DE TRABAJO (máx. 1 pág.)

A partir de lo expuesto y de los datos preliminares, proponer la hipótesis de trabajo y justificar la metodología propuesta.

Las sucesiones sedimentarias del Neoproterozoico podrían haber ocupado una posición marginal dentro de la cuenca cratónica neoproterozoica, en donde las características señaladas en los antecedentes generados por el GR sobre estas sucesiones hacen a éstas particularmente interesantes para el entendimiento de los drásticos cambios ocurridos durante el Criogénico y Ediacareano. La hipótesis de trabajo apunta a demostrar que el conocimiento de la evolución de las condiciones paleoambientales y paleoclimáticas, durante un intervalo temporal tan amplio, y la relación con su posición paleogeográfica y/o latitudinal dentro de la cuenca, permitirían su correlación en el contexto del Neoproterozoico del Cratón del Río de La Plata, y como parte del margen sudoeste de Gondwana.

Se propone establecer y relacionar el conjunto de posibles evidencias (sedimentológicas, geoquímicas, quimioestratigráficas y biestratigráficas) que en suma permitan identificar la influencia de cambios drásticos y su posible relación con eventos de tipo paleoclimáticos y paleoambientales sobre las unidades en estudio.

Asimismo, el análisis de la evolución de las facies sedimentarias en relación a los cambios geoquímicos es propuesto con la finalidad de comprender las condiciones durante su depositación. En este caso de estudio la posición paleogeográfica y/o latitudinal de este sector de la cuenca representaría uno de los controles principales sobre los rasgos sedimentarios y geoquímicos vinculados a cambios climáticos globales.

Se propone caracterizar en detalle a las discordancias erosivas de gran magnitud, reconocidas en el contacto entre las Formaciones Villa Mónica y Colombo, y la segunda en el tope del Grupo Sierras Bayas. A partir de su estudio se pretende establecer las características relacionadas a su génesis y eventualmente si éstas se relacionan a sucesos o eventos de extensión regional en respuesta a factores de control extrínsecos.

Si bien hasta el presente se han podido comprobar ciertos rasgos asociados a cambios climáticos, todavía no se ha profundizado en el estudio exhaustivo de las unidades carbonáticas representadas en las formaciones Villa Mónica y Loma Negra en relación a posibles glaciaciones acotadas temporalmente.

Se dará especial interés a estudios de las facies sedimentarias en relación al paleoambiente y variaciones del nivel del mar, cambios geoquímicos, de isótopos estables en relación a las variables geoquímicas y diagenéticas sobre las que se ha ahondado, como así también cambios bioestratigráficos, de manera de confrontar los resultados para dilucidar la relación e interacción entre los mismos y su correlación dentro del Neoproterozoico.

El perfil de este proyecto requiere tanto tareas generales como específicas de campo, laboratorio y gabinete. La información recolectada en las diferentes etapas y tareas será procesada independientemente y confrontada luego para que la información específica actúe como control de las interpretaciones realizadas.

La revisión bibliográfica, general y específica, y el análisis crítico de la misma como tarea constante y continua, permitirán mantener actualizada la información y criterios en las distintas áreas.

Se llevarán adelante estudios sedimentológicos, composicionales, geoquímicos y bioestratigráficos, de manera de definir aspectos asociados a la evolución paleoambiental, paleoclimática, teniendo en cuenta los procesos de evolución postdeposicional de las rocas. Los mismos se realizarán en las unidades sedimentarias neoproterozoicas del Sistema de Tandilia en las localidades en las que se encuentren representadas (afloramientos, canteras y testigos de perforaciones).

En este sentido los estudios propuestos permitirán establecer distintas variables sedimentológicas, biológicas y geoquímicas relacionadas al estudio de las rocas. El estudio de los cambios en las rocas sedimentarias, contenido bioestratigráfico, y geoquímicos han demostrado ser el medio de contrastar las condiciones paleoambientales durante su formación y los factores asociados a los eventos globales. Mediante el análisis de la evolución de estos rasgos a lo largo del registro sedimentario representado en los Grupos Sierras Bayas y La Providencia, se intentará establecer su relación con otras sucesiones del margen SO de Gondwana. El análisis de paleosuperficies reconocidas en los topes de las unidades sedimentarias carbonáticas, estará orientado al estudio de las asociaciones mineralógicas y geoquímica y su implicancia en relación a posibles controles en su formación. En este sentido los estudios propuestos permitirán esclarecer los cambios de facies y quimiofacies de los distintos niveles, jerarquizar las discordancias y su implicancia temporal y erosiva, como así también aportar nuevos datos geocronológicos. La bioestratigrafía apuntará a establecer variaciones importantes en la bioproductividad y biodiversidad que en el intervalo temporal a estudiar suelen responder a cambios de períodos de *icehouse* a *greenhouse*.

En síntesis, la extensión regional de los estudios de la sedimentología y geoquímica en correlación con los de la estratigrafía, bioestratigrafía y paleoambientes asociados, son propuestos como base de un modelo de reconstrucción en el contexto de los eventos globales conocidos y acotados para el Neoproterozoico del Gondwana suroccidental, de los que poco se ha indagado y mucho se desconoce en el área de estudio.

TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Y MÉTODOS

Para la resolución de la hipótesis de trabajo planteada, es necesario enumerar y detallar las metodologías a seguir en cada uno de los estadios de desarrollo del presente proyecto. El perfil de esta investigación requiere tareas generales y específicas de campo y gabinete, pero aún mucho más desarrollo de técnicas de laboratorio. La información recolectada en las diferentes etapas y tareas será procesada independientemente y confrontada luego para que la información específica actúe como control de las interpretaciones realizadas.

Actividades y Metodología

La metodología a utilizar es la que se aplica sistemáticamente en las Ciencias Naturales Básicas y está fundada en la descripción detallada de los elementos de los que se dispone mediante la observación, descripción, diagnóstico, determinación, comparación y clasificación de los mismos en exposiciones geológicas (canteras, secuencias sedimentarias, testigos de perforaciones, estructuras); sumado a esto a la información generada en el laboratorio y gabinete.

El plan de trabajo tenderá principalmente a producir información sedimentológica, geoquímica, mineralógica y bioestratigráfica que se integrará a los efectos de establecer un modelo de la evolución paleoambiental y paleoclimática de las unidades en estudio. La cubierta sedimentaria del Neoproterozoico del Sistema de Tandilia, constituye un caso ideal para estudios de este tipo, debido a que en gran medida se presentan muy preservadas y prácticamente sin signos de deformación o metamorfismo, por lo que se delinearán objetivos principalmente de carácter sedimentológico y quimioestratigráfico:

Revisión bibliográfica

La interpretación de la información que se obtenga requiere de una compleja y extensa bibliografía específica para la que es necesaria la máxima disponibilidad y actualización de contribuciones de Argentina, Sudamérica y de otras regiones que conformaban el margen SO de Gondwana para el Neoproterozoico. La revisión bibliográfica general y específica constituye una tarea constante y continua para mantener actualizada la información y criterios en las distintas áreas. En el CIG se tiene acceso a numerosas revistas y libros, sin embargo se requerirá de la adquisición de bibliografía específica.

Tareas de campo

Las tareas de campo de carácter geológico comprenderán: relevamiento de secciones verticales a escala de detalle (1:50, 1:100) a fin de analizar igualmente la evolución vertical y lateral de las facies sedimentarias y su relación con los procesos sedimentarios intervinientes. La caracterización y análisis de asociaciones de facies, son utilizadas para definir los sistemas de acumulación, ambientes deposicionales y posibles variaciones del nivel del mar. La observación, descripción e ilustración mediante fotografía digital *in situ* de todas las variaciones observables a mega y mesoescala, principalmente las que se vinculan a procesos relacionados a cambios texturales y en las estructuras sedimentarias. El análisis sedimentológico de las unidades comienza en las tareas de campo sobre la base de la observación de las tendencias verticales y laterales. Estos estudios estarán destinados a la definición de los cambios ambientales registrados en las facies sedimentarias los cuales puedan luego ser asociados en algunos casos a posibles cambios climáticos.

Se observarán los afloramientos en forma tridimensional y se identificarán las superficies claves, en particular las que constituyen discordancias regionales. Se pretende caracterizar en detalle los relieves de estas paleosuperficies, su relación con el desarrollo de cavernas, superficies canalizadas, entre otros rasgos, y todos los elementos que colaboren en la interpretación de su génesis.

Se realizarán muestreos de detalle, en todas las unidades sedimentarias comprendidas en el Grupo Sierras Bayas y Grupo La Providencia, especialmente en las áreas de Olavarría y Sierras Bayas. Se reconstruirán perfiles completos en canteras y testigos de perforaciones.

El muestreo comprenderá la obtención de muestras con espaciados acordes a los niveles a estudiar, seleccionando aquellas muestras con características de mayor preservación, y evitando los productos de meteorización.

Los muestreos de los niveles fosfáticos, ferríferos, o silíceos condensados, que suelen tener espesores acotados, se harán de manera más densa en sentido lateral abarcando la mayor parte de la superficie expuesta que estos representan.

La ubicación exacta de cada muestra en cada perfil seleccionado permitirá identificar cualquier variación asociada a su correspondiente nivel estratigráfico. Esta tarea deberá efectuarse en forma minuciosa y se realizará de

manera sistemática y no sistemática de acuerdo a los requerimientos de los análisis que se llevarán a cabo en el gabinete y laboratorio.

Se prevé un mínimo de 2 a 3 viajes de campaña anuales. La recolección y estudio de materiales en el campo requerirá trabajos multidisciplinarios que permitirán la correcta localización temporal y espacial de los distintos niveles con características particulares, en particular aquellos con registro de actividad biológica.

Uno de los impedimentos que ofrece el área de estudio, es que las exposiciones en canteras suelen proveer información fragmentada y dificultar la correlación lateral de datos, se considera que en parte esto puede ser resuelto a partir del estudio de secciones de pozos, con datos obtenidos en subsuelo y provistos por las empresas.

Tareas de Gabinete y Laboratorio:

Sedimentológicas: elaboración de secciones columnares a escala 1:50 y/o mayor según lo requiera la investigación. En los perfiles sedimentológicos se vuelcan los datos de campo y otros generados en el gabinete que son la base de análisis sedimentológico de las unidades para establecer variaciones y correlaciones.

Análisis de facies: Reconocimiento y caracterización de las facies sedimentarias sobre la base de la litología, textura y estructuras sedimentarias. En el caso de ser necesario se definirán o redefinirán facies o subfacies identificadas durante este estudio, con su correspondiente análisis e interpretación. Se hará hincapié en la identificación de su extensión vertical y regional.

Las muestras serán procesadas en el gabinete y laboratorio. En las dolomías, se establecerá morfología de estromatolitos, asociaciones, y variaciones verticales en la biodiversidad. Y el muestreo se densificará en niveles concentrados (ricos en hierro, fósforo, sílice, etc.).

Análisis de paleosuperficies Se llevará a cabo la definición de superficies límites y discontinuidades internas, asociaciones de facies y orientación de las mismas. La caracterización de los elementos generados por exposición subaérea (erosión, meteorización), influencia de fluidos postdeposicionales meteóricos o hidrotermales permitirán señalar las distintas unidades genéticas y su significado depositacional, paleoambiental y diagenético, considerados clave a la hora de correlacionar sucesos.

Mapeo y georreferenciación de unidades estratigráficas, niveles de interés, gráficos y fotografías, mediante la utilización del sistema de información geográfica (SIG). La distribución espacial de las unidades es importante para reconocer la extensión de las mismas y de este modo relacionar los procesos intervinientes en el espacio dentro de una cuenca. Será importante actualizar los mapas de la zona de estudio, ya que en los últimos años se han generado muchas modificaciones antropológicas (ampliación, abandono o apertura de canteras, caminos, accesos, etc.,) que condicionan la información de superficie del área.

Estudios bioestratigráficos

Con el objetivo de realizar significativas interpretaciones de índole bioestratigráficas se llevarán adelante estudios de tipo macro- y microscópicos.

Los estudios macroscópicos se llevarán adelante mediante la observación directa en campo, con representaciones gráficas tridimensionales de las estructuras sedimentarias orgánicas, a través de “calcos” obtenidos sobre la roca tanto en campo como en gabinete, esta metodología será acompañada mediante fotografías digitales de alta resolución. Se realizará el procesamiento 3D de las estructuras órgano-sedimentarias, destacando su morfología con el fin de lograr caracterizar tafonómicamente los organismos generadores de dichas estructuras.

Los estudios mesoscópicos, representados por microscopía y microfotografía permitirán analizar y clasificar por un lado a los microorganismos (acritarcas) y por otro lado será una herramienta complementaria para describir a las microbialitas que requieran de una escala inferior a la muestra de mano. Se requiere describir la composición de la matriz, su mineralógica y maduración o reemplazo de los componentes. El análisis de las texturas y analogía a cementos marinos fanerozoicos, son utilizados para reconocer la precipitación *in situ* del carbonato de los estromatolitos antiguos, y para determinar la mineralogía original.

Metodología de Palinología

Tratamiento físico

- ✓ La molienda debe ser controlada dependiendo del tipo de muestra, la textura final es fundamental para el resultado de la maceración.

- ✓ El pesaje de cada muestra a analizar se realiza para obtener la abundancia del residuo orgánico en la muestra analizada.

Tratamiento químico (maceración ácida).

Posterior al tratamiento físico, el material se somete a la técnica de maceración ácida con HCl y HF, paso que se describen brevemente a continuación:

- ✓ Se colocan las muestras en vasos de vidrio rotulados, se embeben en HCl al 7% en frío para disolver carbonatos, si reacciona, se retira el HCl con pipeteo muy despacio y se le agrega agua destilada fría (lavado) se deja 30' para luego lavar la muestra con agua, este procedimiento se repite tantas veces como lo requiera la muestra.
- ✓ Lavadas las muestras se pasan a vasos de **plástico** y se les agrega el HF para disolver silicatos (lentamente ya que la reacción es instantánea). Se deja actuar unas 24hs, bajo campana para extracción de gases.
- ✓ Pasadas las 24 hs, se lava nuevamente la muestra unas 3 veces esperando unos 30' cada vez.
- ✓ Una vez que los ácidos han sido removidos, se los coloca sobre una plancha y se agrega HCl calentando durante unos 5'a 10'.
- ✓ Se lleva a cabo el filtrado del residuo final, del cual se va a obtener la muestra que será utilizada para realizar los preparados palinológicos.

Preparados palinológicos.

La glicerina es uno de los medios de montaje de más amplia difusión en preparaciones palinológicas debido entre otras razones a su buen índice de refracción, 1.48-1.49, y a la facilidad de su manejo, por tratarse de un medio acuoso donde el residuo palinológico puede montarse sin deshidratación previa. Una de las desventajas es que la glicerina-gelatina carece de firmeza y consistencia, y los especímenes podrían sufrir desplazamiento, para darle firmeza y estabilidad conservando al mismo tiempo buenas cualidades ópticas, se recomienda el uso del formol. Este posee la propiedad de desnaturalizar y endurecer la gelatina y otras sustancias proteicas.

Análisis composicional sobre la base de la información obtenida de la composición de las rocas por difracción de Rayos X, y microscópicos petrográfico convencional o de catodoluminiscencia, son herramientas y metodologías que se desarrollan habitualmente en el CIG en los laboratorios de DRX, y petrografía. La determinación del tipo de componente, abundancia, distribución entre otras características constituyen la base para el análisis de datos más complejos que puedan generarse a partir de resultados geoquímicos. Sin estos, los elementos e interpretaciones posteriores carecen de sustento.

Análisis por Difracción de rayos X (DRX)

Difractometría de Rayos X: Procesamiento de muestras en **polvo** y **orientadas**, para estudios composicionales. Obtención de muestras glicoladas (usando etilenglicol) durante 24 horas y muestras calcinadas por calentamiento a 550°C durante dos horas, en el laboratorio del Centro de Investigaciones Geológicas (a cargo del Dr. Poiré).

Lectura e interpretación de difractogramas de rayos X. La interpretación de las características mineralógicas a partir de los estudios de DRX, además de la caracterización composicional, son utilizados para determinar en muchos casos asociaciones mineralógicas particulares, estados cristalinos y su relación a la génesis y/o aporte de determinados componentes detríticos/ o autigénicos.

Se enumeran los pasos para preparación de muestras y análisis de DRX:

- Laboratorio de mesoscopia:

- ✓ Preparación de muestras: molienda, tamizado, preparación de suspensiones, pre-tratamiento particular con ácidos fuerte y débiles, buffers, agua oxigenada, solución de Morgan, según el tipo de muestra (eliminación de materia orgánica, carbonatos y óxidos de hierro y manganeso).

- ✓ Uso del ultrasonido y dispersantes químicos para la dispersión de partículas
- ✓ Centrifugado, pipeteo, concentración de diferentes fracciones (<4, 2, 1 y 0,2 micrones), secado, obtención de preparados orientados y no orientados.
- Laboratorio de Rayos X:
- ✓ Procesamiento de muestras en polvo desorientadas y orientadas, para estudios composicionales (roca total y arcillas).
- ✓ Obtención de muestras glicoladas expuestas a los vapores del Etilenglicol durante 24 horas.
- ✓ Obtención de muestras calcinadas por calentamiento a 550°C durante dos horas.
- ✓ Identificación de politipos y mediciones de cristalinidad.

Análisis Petrográficos

Descripción detallada y sistemática de las secciones delgadas. Reconocimiento de componentes detríticos, autigénicos y diagenéticos, como así también de las microfábricas asociadas. Determinación y descripción detallada de las microfacies. Los análisis de catodoluminiscencia en frío permiten la caracterización de cementos y componentes carbonáticos en detalle. Todos los estudios petrográficos serán desarrollados en el laboratorio de petrografía óptica del CIG. A partir de los análisis petrográficos se podrán determinar las microfacies, las cuales luego pueden ser estudiadas e interpretadas en relación a su origen e influencia de los procesos que interactuaron en su formación.

Análisis químicos

Análisis geoquímicos y determinación de elementos mayoritarios minoritarios trazas y tierras raras.

Para los análisis químicos se podrán realizarán determinaciones por Fluorescencia de Rayos X e ICP-AES, mediante el envío de muestras a laboratorios en el exterior como servicios técnicos especializados (Act-Labs, ALS, ACME). Mientras que la obtención de elementos minoritarios y tierras raras se realizarán con ICP-MS disponible en los laboratorios del Centro de investigaciones Geológicas (CIG), (Sistemas Nacionales – Espectrometría de masas <http://www.espectrometria.mincyt.gob.ar>, a cargo de la Dra. Gómez Peral).

Tanto los elementos mayoritarios como algunos minoritarios podrán ser analizados por espectroscopía por fluorescencia de Rayos X (FRX) con equipo RIX-3000 (RIGAKU) disponible en el laboratorio LABISE (Universidad de Pernambuco, Recife, Brasil).

- *Análisis con Espectrómetro de Masas con Plasma de Acoplamiento Inductivo ICP-MS:*

- ✓ El ataque de muestras silicatadas o carbonáticas con Bombas Savillex (elementos traza) ICP-MS, requiere pesar aproximadamente 0,10000 g de muestra problema, agregar 2ml HNO₃(c) y calentar a 100°C durante 24h.
- ✓ Enfriar y agregar (según la composición de la muestra) 1,6ml HF + 0,4ml HClO₄ a 100°C durante 48h.
- ✓ Evaporar casi a sequedad y agregar 1 gota de HClO₄ (2 veces).
- ✓ Evaporar totalmente verificando la desaparición de humos blancos del HClO₄.
- ✓ Disolver con 1ml HNO₃ y llevar a volumen final de 100ml.
- ✓ Cabe destacar que estos procedimientos se realizan con campana de extracción de gases específica para medios ácidos.

Cada muestra en solución es analizada con espectrómetro de masas del laboratorio del CIG con el equipo ICP-MS, el cual realiza determinaciones de elementos en bajas a muy bajas concentraciones (ppm y ppb). Cabe destacar que la precisión del método no permite determinar elementos en concentraciones mayores a 1% y no es recomendado para elementos livianos como el caso del S.

Una de las limitaciones del laboratorio consiste en el requerimiento de insumos de calidad y costosos, para los que se requiere de una parte importante del subsidio solicitado. Entre ellos tubos de argón, material de vidrio, patrones, material descartable, renovar las bombas *parr*.

En las rocas carbonáticas (calizas y dolomías) se analizarán todos los elementos posibles, y particularmente los tenores de Mn, Sr, Fe, Ca y Mg, y las relaciones entre éstos Mg/Ca, Sr/Ca, Mn/Sr, Fe/Sr y Ca/Sr, por considerarse indispensables para la determinación de la naturaleza geoquímica primaria y/o modificada de cada nivel en particular. Se utilizan relaciones y elementos con movilidades relativas variables, de manera de establecer y cuantificar la influencia de procesos relacionados al ambiente de depositación de aquellos de tipo postdeposicionales.

En los niveles carbonáticos y fosfáticos las concentraciones en tierras raras e itrio (REE+Y) son utilizadas para la identificación de anomalías en valores de Ce, Eu, entre otras. Tanto las concentraciones (REE+Y) como los patrones de distribución de estos elementos son datos muy concretos de las condiciones de los mares a lo largo del tiempo geológico. Las anomalías de Ce y Eu son utilizados en la definición de condiciones paleoambientales y de oxigenación de los mares. Las relaciones Y/*Y, La/Nd, Dy/Sm, Ce/*Ce, La/Sm, entre permiten discriminar los datos inalterados de otros modificados post-depositacionalmente que permitan ratificar las interpretaciones.

Por otro lado, las estimaciones de elementos minoritarios y tierras raras en las pelitas silicoclásticas son utilizados para estudios e interpretaciones de las rocas fuentes o áreas de procedencia de los materiales detríticos. Esta información es muy importante para sustentar interpretaciones sobre factores de control en la sedimentación dentro de la cuenca.

El estudio de los niveles fosfáticos se considera relevante en la identificación de límites de secuencias, en algunos casos asociados a cambios relativos del nivel del mar como así también suelen correlacionarse con eventos fosfogenéticos generalizados. En adición a esto, los valores de P y Fe serán considerados en conjunto dado su similar comportamiento durante la diagénesis.

Analizar los **isótopos estables de C y O** de las sedimentarias carbonáticas y su variabilidad tanto regional como temporal permite la obtención de valores y su distribución vertical-temporal expresada en curvas quimioestratigráficas. La generación de datos de este tipo estará a cargo del equipo técnico dirigido por el Dr. Sial y por el IR en caso de poder realizar una experiencia de laboratorio en el mismo. Los análisis de isótopos de C y O de carbonatos se llevarán a cabo en el Laboratorio de Isótopos Estables (LABISE) del Departamento de Geología de la Universidad Federal de Pernambuco, medidos con triple-collector SIRA II o Delta V espectrometría de masas y los resultados con notación δ por mil (‰) estandarizados a valores de VPDB. La precisión en las mediciones es superior a 0.1‰ para el carbono y a 0.2‰ para el oxígeno.

Obtención de relaciones isotópicas de Sr ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$). Las relaciones de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ serán determinados en modo estático con un espectrómetro de masas Finnigan MAT 262 colector en la Universidad de Brasilia, Brasil y/o equipamiento similar de la Universidad de Maryland (USA). Las relaciones isotópicas se normalizaran a un valor de 0,1194 y la incertidumbre 2σ en mediciones de isótopos de estroncio podrá será menor que 0,00009. Estos resultados pueden generar curvas, las cuales serán correlacionadas con las curvas seculares conocidas del Neoproterozoico. Estos datos son ampliamente utilizados a nivel mundial para indicar edades dentro del intervalo temporal a estudiar.

Microscopía electrónica de barrido y microanálisis. MEB-EDS. Los análisis de microscopía electrónica tenderán por un lado permiten determinar con detalle caracteres morfométricos de microfósiles. Y por otro se utilizan para definir las características intrínsecas de los minerales, especialmente apuntando a la determinación de microtexturas para interpretar su origen (detrítico o autigénico). Conjuntamente se llevarán a cabo estimaciones químicas semicuantitativas de los componentes mineralógicos con sonda EDS los que facultarán una más adecuada discriminación de las especies minerales.

Una vez establecidos los datos necesarios en la selección de las microfábricas preservadas (por microscopía convencional, de catodoluminiscencia y electrónica) y quimiofacies que cumplan con todos los *proxies* mencionados, se procede a generar las evidencias necesarias de los datos más representativos de la signatura primaria de los niveles a estudiar.

Los análisis de isótopos estables de C y O, junto a las relaciones de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ son utilizados para inferir edades y establecer tendencias en el tiempo de las unidades carbonáticas en sentido vertical, como se ha visto para todas las unidades neoproterozoicas del mundo. Por otra parte, las anomalías en los isótopos de C se relacionan a cambios drásticos y eventuales, mientras que los de O pueden en casos particulares señalar cambios en la temperatura del agua.

Tales observaciones implican que los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ que se utilizarán para interpretaciones sobre las condiciones del ambiente serán únicamente aquellos que muestren alto grado de preservación isotópica.

Durante esta investigación uno de los propósitos será extender los estudios que se realizaron en etapas previas, a otras localidades del Sistema de Tandilia, donde las unidades carbonáticas y silicoclásticas están expuestas o representadas, principalmente con la apertura de nuevas canteras de explotación como a partir de los datos de perforaciones y testigos.

Estudio e ilustración. La metodología estará fundada en la descripción de los elementos de los que se dispone: descripción, diagnóstico, determinación, clasificación, comparación, ilustración y fotografía.

La interpretación de la información que se obtenga requiere de una compleja y extensa bibliografía específica para la que es necesaria máxima disponibilidad y actualización.

A partir del material seleccionado se hará el estudio e ilustración, para determinar los diferentes elementos constituyentes de las rocas presentes en las secuencias seleccionadas.

El proyecto comprende un análisis integral de los procesos sedimentarios deposicionales y postdeposicionales de niveles con rasgos asociados a cambios en las condiciones de depositación, bioproductividad, geoquímica y éstos a posibles cambios ambientales o climáticos, que serán destinados a profundizar, rever y actualizar el conocimiento específico de la evolución sedimentológica, bioestratigráfica y quimioestratigrafía del Neoproterozoico de Tandilia y su implicancia en el margen SO de Gondwana.

Trabajo de síntesis y Elaboración de publicaciones

Dar a conocer a través de publicaciones periódicas de alto impacto los avances obtenidos en el estudio estratigráfico, sedimentológico, de la geoquímica, paleosuperficies, y cambios bioestratigráficos asociados a eventos de glaciación en las formaciones del Neoproterozoico del Sistema de Tandilia.

Tareas de elaboración intelectual de la información obtenida

Manejo adecuado, balanceado y confrontado de los datos obtenidos; incluye el examen exhaustivo de bibliografía sedimentológica, básica, aplicada y de última producción científica.

Obtención de una visión amplia e integrada del Grupo Sierras Bayas y de su evolución paleoambiental, paleoclimática y paleogeográfica en el Sistema de Tandilia y en el margen sudoeste de Gondwana para el Neoproterozoico.

Se ajustará la correlación de las curvas seculares de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ y de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ del Neoproterozoico en las sucesiones estudiadas de esta cuenca con las representadas en el contexto sedimentológico global.

Se realizarán interpretaciones acerca de las características paleoambientales de las aguas del mar Neoproterozoico en esta región y su extensión regional.

Con el cúmulo de informaciones obtenidas en las tareas previas, más los resultados obtenidos a partir de las tareas a desarrollar en el período del plan de investigación solicitado, se podrán establecer los procesos geológicos, especialmente los quimioestratigráficos reconocidos en las sedimentitas neoproterozoicas del Sistema de Tandilia.

Síntesis final, preparación de publicaciones y comunicaciones científicas en general.

El **Grupo Responsable (GR)** estará integrado por **Daniel G. Poiré, María Julia Arrouy, María Sol Raigemborn y Lucía Gómez Peral (como Investigadora responsable IR)**.

El **Dr. Daniel G. Poiré (Investigador Principal del CONICET y Profesor titular de la UNLP)**, ha realizado su tesis doctoral en el área de estudio, Olavarría (Poiré, 1987) y desde ese entonces continua innovando con numerosos trabajos de gran relevancia. Los mismos han estado principalmente enfocados al estudio de la estratigrafía y bioestratigrafía de las sedimentitas del Grupo Sierras Bayas. Por este motivo, ha sido el pilar fundamental en el ordenamiento de todos los estudios llevados a cabo hasta el presente, principalmente en el área de Olavarría. Asimismo, dada su constante transferencia del conocimiento a empresas de la región (Cementos Avellaneda S.A., Loma Negra S.A., Piedra Amarilla, etc.) ha dirigido otros estudios orientados a la aplicación de las rocas y optimización del uso de las mismas, así como las tesis de doctorado de las Dras. Gómez Peral y Arrouy. Se elaboraron numerosos informes técnicos como así también trabajos científico-aplicados de manera conjunta. Debido a su amplio conocimiento del área de estudio, su colaboración en esta investigación se considera de gran relevancia. Desde 1997 hasta la actualidad dirige el laboratorio de difracción de rayos X del CIG.

La participación de la **Dra. M. Julia Arrouy (Investigadora asistente del CONICET y Jefe de trabajos prácticos, JTP, en la UNLP)** en este proyecto se considera fundamental dada su experiencia en la caracterización en detalle del análisis de las facies sedimentarias, condiciones paleoambientales y de la geobiología del Neoproterozoico (en particular: estromatolitos y otras estructuras organosedimentarias y palinomorfos con implicancias en cambios en la bioproductividad y biodiversidad), quien posee una amplia experiencia en estudios bioestratigráficos de sucesiones neoproterozoicas, en particular del Grupo La Providencia (definido por ella durante su doctorado). Asimismo, la Dra. Arrouy produce en conjunto con la IR, un flujo constante de transferencia del conocimiento a la empresa Cementos Avellaneda S.A., mediante estudios orientados a la aplicación y optimización de las rocas que se explotan

(mayormente calizas y pelitas). De este modo, se preparan numerosos informes técnicos como así también trabajos científico-aplicados. Debido a su amplio conocimiento del área de estudio, su colaboración en esta investigación se considera primordial tanto en el aspecto científico como en el tecnológico aplicado.

La **Dra. M. Sol Raigemborn (Investigadora adjunta del CONICET y JTP de la UNLP)** ha contribuido en trabajos anteriores, y en presente estudio plantea estudiar en detalle los componentes primarios, y las asociaciones mineralógicas asociadas a procesos postdeposicionales como aquellas concentraciones ferríferas, fosfáticas, síliceas y asociaciones representadas en las superficies discordantes, como así también su génesis y procedencia. En el desarrollo de esta temática, se considera que la investigadora proporcionará un importante y valioso aporte al estudio de la génesis de dichos niveles, y en particular de paleosuperficies sometidas a meteorización como a otros procesos asociados.

Por su parte la **IR, Dra. Gómez Peral (Investigadora adjunta del CONICET y Profesora adjunta en la UNLP)**, ha desarrollado los primeros estudios diagenéticos y quimioestratigráficos en el área de estudio (Gómez Peral, 2008; Gómez Peral et al., 2007; 2017; 2018). En la última década se han producido una serie de avances en estos análisis en colaboración con los integrantes del GR y GC, sumado al personal técnico y becarios. Sin embargo, la presente propuesta propone la generación de datos multidisciplinarios con la concomitante interrelación y evaluación conjunta de los mismos, los cuales se cree podrían dar luz a avances de carácter regional en los estudios que se puedan abordar y arribar a interpretaciones relevantes para el grupo y para otros grupos de trabajo abocados al entendimiento de unidades sedimentarias del Neoproterozoico.

El **Grupo Colaborador** estará integrado por investigadores y becarios de la (IB: CONICET), **Sebastián Richiano, Abril Cereceda, Andrea L. Odino**, investigadores extranjeros, **Prof. Alcides N. Sial, Prof. Lucas Warren y Prof. Claudio Gaucher**, como así también por personal técnico especializado (**C. Cavarozzi, C. Di Lello, A. Benialgo, P. García, D. Mártire, G. Kurten, L. Vigiani, V. Liegl**), y alumnos (**Camila Ferreyra y Sebastián Alé**) que están realizando sus tesis de licenciatura bajo la dirección de la IR.

El **Dr. Richiano** posee una vasta experiencia de trabajo con sucesiones sedimentarias marinas tanto del Neoproterozoico, como mesozoicas y actuales. Se especializa en el análisis de facies sedimentarias, estratigrafía secuencial, reconocimiento de variaciones del nivel del mar, factores de control sobre las condiciones del paleoambiente de sedimentación y la relación con cambios paleoclimáticos en sucesiones marinas desde diferentes puntos de vista (sedimentológico, icnológico, geoquímico). En particular en este proyecto su colaboración estará centrada en el análisis de facies y de las discontinuidades presentes en el Grupo Sierras Bayas y Grupo La Providencia, estudiando las causas de las variaciones paleoambientales que ellas reflejan, su inserción en un contexto estratigráfico-secuencial y su posible relación con eventos como los de tipo glaciales.

Para llevar a cabo los análisis de isótopos estables (C y O) y de relaciones isotópicas de Sr se cuenta con la colaboración del **Dr. Alcides N. Sial** quien brinda completa disponibilidad del laboratorio a su cargo, el NEGLABISE de la Universidad de Pernambuco, en Recife, Brasil, y que asimismo cuenta con una muy vasta experiencia en el estudio de sedimentitas carbonáticas del Neoproterozoico, en especial de Brasil. Por lo expuesto, se considera que su participación será esencial para desarrollar el plan propuesto.

El **Dr. Lucas Warren** de la *Universidade Estadual Paulista* (UNESP, Río Claro, Brasil), ha trabajado en unidades del Neoproterozoico de Brasil, Paraguay entre otras, particularmente su experticia se orienta a los estudios sedimentológicos, de formas de vida primitiva y paleoambientes del Neoproterozoico. También participa de proyectos conjuntos con el GR.

Se contará con la colaboración del **Dr. Claudio Gaucher**, quien posee una amplia experiencia en estudios bioestratigráficos de sucesiones neoproterozoicas del SO de Gondwana, especialmente en las rocas de la misma edad representadas en la Rep. Oriental del Uruguay, como también de Brasil. Cabe destacar que los resultados de los estudios de estos niveles, podrían conducir a muy importantes aportes en el conocimiento de la bioestratigrafía.

La **Dra. Abril Cereceda (becaria posdoctoral de CONICET, y JTP de la FCNyM UNLP)**, ha adquirido experiencia en análisis e interpretación de sucesiones sedimentarias marinas y continentales, en la generación de modelos de depositación y paleoambientes sedimentarios. Asimismo, se encuentra realizando una especialización en el mapeo georreferenciado de unidades geológicas por lo que podrá interactuar en tareas tanto de campo como de gabinete en la actualización de mapas del área de estudio.

La **Lic. Andrea Odino (becaria doctoral de CONICET)**, se encuentra desarrollando su tesis de doctorado en el CIG bajo la dirección de la IR, entre sus estudios se encuentra aplicando técnicas de análisis de componentes

autigénicos, tanto por DRX, como petrográficos y de microscopía electrónica, y que pueden aportar información al análisis de elementos composicionales de este origen en niveles acotados de la sucesión a estudiar.

Camila Ferreyra y Sebastián Alé, son alumnos de grado de la carrera de Geología de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP), y se encuentran desarrollando sus tesis de licenciatura en temas relacionados al presente proyecto. Su colaboración en la preparación de muestras y generación de datos de laboratorio en el CIG constituyen una clara contribución al avance de los estudios planteados.

El Sr. **Víctor Liegl** colaborará con la preparación y molienda de muestras, ya que actúa como técnico a cargo del laboratorio de molienda y trituración de rocas del CIG.

La **Lic. Claudia Cavarozzi**, cuenta con los conocimientos esenciales para la determinación de datos geoquímicos por lo que su colaboración en la preparación de muestras para los análisis con ICP-MS (CIG) de diversas índoles resulta muy valiosa. El laboratorio de geoquímica actualmente se encuentra dirigido por la IR del presente proyecto. Colaborarán con estas tareas **Sebastián Alé y Camila Ferreyra**.

Para la delimitación de áreas de estudio en las imágenes satelitales, como así también para el desarrollo de mapas, ubicación de las nuevas secciones o perforaciones, se cuenta con la colaboración del **Lic. Alfredo Benialgo** a cargo del laboratorio de geomática del CIG.

Los Sres. **Germán Kurten y Luis Vigiani**, se desempeñan como técnicos del laboratorio de DRX del CIG, y colaborarán con la preparación de muestras y obtención de resultados composicionales mediante difracción de rayos x, la obtención de difractogramas de roca total y facción arcilla. Dicha tarea proporcionará los diagramas para identificar minerales y establecer las proporciones o semicuantificación de los mismos.

Para la elaboración de láminas delgadas estándar y pulidas para catodoluminiscencia, como así también técnicas de impregnado y tinción, se cuenta con la colaboración de los **Sres. D. Mártire y P. García**.

CRONOGRAMA DE TRABAJO

tareas / meses	1	6	12	18	24	30	36	
Tareas de campo	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	
Análisis sedimentológicos	←—————→							
Análisis bioestratigráficos	←—————→							
PETROGRAFÍA Estandar Catodoluminiscencia		↔	↔	↔	↔	↔	↔	
GEOQUÍMICA FRX-ICP-AES (mayoritarios) ICP-MS (minoritarios) Isótopos $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ Isótopos $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$		↔	↔	↔	↔	↔	↔	
Difracción de Rayos X Roca total Arcillas (orientadas) Arcillas polvo (< 2 μc)	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	
Microscopía electrónica MEB-EDS		↔	↔	↔	↔	↔	↔	
Tareas de gabinete	←—————→							
Revisión bibliográfica	←—————→							
Elaboración de publica- ciones y transferencia			←—————→					