

MEDIO SIGLO DESCUBRIENDO EL TIEMPO EN LA HISTORIA DE LA TIERRA

Palabras clave: Tiempo geológico, geotectónica, Precámbrico, Paleozoico inferior, Gondwana.
Key words: Geological time, geotectonics, Precambrian, lower Paleozoic, Gondwana.

■ Carlos Alberto Cingolani

CIG (UNLP-CONICET) y División Geología del Museo de la Plata.

ccingola@cig.museo.unlp.edu.ar

“La Geología es la música de la Tierra” Hans Cloos (1885-1951)

■ RESUMEN

Nacido en 1943 en la ciudad de La Plata, donde luego realizara toda la educación primaria, secundaria y universitaria. Finalmente en esta capital de la provincia de Buenos Aires he desarrollado la carrera como docente e investigador. Hacia 1964 y siendo aún estudiante de geología el Prof. Dr. Angel V. Borrello, a la sazón Jefe de la División Geología del Museo de la Plata y Director del Departamento de Geología de la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires (CIC), me ofreció colaborar con él en proyectos de confección de mapas geotectónicos y algo casi desconocido para mí como la datación del ‘magmatismo’ que tanto le interesaba. A los veintitrés años obtuve la graduación como Licenciado en Geología en UNLP y cuatro años más tarde (previo paso por el servicio militar obligatorio en RI 7) alcancé a terminar en 1970 la tesis doctoral en la Facultad de Ciencias

Naturales y Museo de la UNLP bajo la dirección del Dr. Borrello. Ante mi especial interés de adentrarme en el camino de una actividad que me resultaba apasionante como el poder obtener ‘la edad de las rocas’ recibí el apoyo de la CIC para realizar una estadía en la *Université Libre de Bruxelles*, Bélgica primero, más tarde en el Centro de Pesquisas Geocronológicas de San Pablo, Brasil, y en el laboratorio de Geocronología del *Centre de Geochimie de la Surface de Strasbourg*, Francia, para luego regresar al país para continuar con mi actividad aplicando los conocimientos aprendidos. Todo ello marcó fuertemente mi interés por la datación de rocas y minerales y desde ese momento, con algunos altibajos, no me he separado nunca de la temática geocronológica explorando tanto en rocas ígneas, metamórficas como en sedimentarias. En 1971 y encontrándome en Bélgica se produce el lamentable fallecimiento del Prof. Dr. Angel Borrello, dejando así fuertemente debilitado el entonces Departamento de Geología de la CIC donde contábamos con el primer laboratorio y

equipamiento (espectrómetro Nuclide) para el método Rb-Sr. En 1973 se produce mi ingreso a la Carrera de Investigador Científico del CONICET con veintinueve años de edad. Desde la categoría inferior he llegado a Investigador Superior y actualmente como Investigador contratado (*ad honorem*). Paralelamente me desempeñaba como Ayudante de la Cátedra de Geología Histórica y de la División Geología del Museo de La Plata, que pasara a dirigirla el Dr. Alfredo J. Cuerda. Un paso relevante fue en 1980 cuando decidimos con el grupo de jóvenes investigadores que conformaban el entonces IMPSEG del Museo (L. Dalla Salda, C. Rapela, L. Spalletti, M. Mazzoni, M. Iñiguez, J.C. Merodio) y los que constituíamos la División Geología del Museo, crear un ‘instituto’ de mayor jerarquía de manera que pudiéramos contar con el apoyo institucional de la UNLP, CIC de la provincia de Buenos Aires y CONICET. Así llegamos a conformar el Centro de Investigaciones Geológicas (CIG) al principio con triple dependencia de las instituciones mencionadas y donde fui electo por voluntad

de todos los miembros fundadores como el primer Director, siendo el Dr. Mario Iñiguez el vice-Director. El funcionamiento inicial fue en forma precaria en el propio Museo hasta que fue conseguida una casa de la UNLP (donde funcionaba una biblioteca de Humanidades) sita en la calle 1 n 644, de La Plata, donde seguirá su actividad creciente hasta 2015 cuando proceda a mudarse a su nuevo edificio. En los aspectos de docencia universitaria he pasado por todos los estamentos posibles, desde Ayudante Alumno, Ayudante Diplomado, JTP, Profesor Adjunto, Asociado y Titular, concursando todos los cargos (en casos más de una vez) en la Cátedra de Geología Histórica, cuyo funcionamiento por razones de lugar de trabajo de sus integrantes, siempre ha estado en la División Geología hasta que la FCNyM ha tenido su propio edificio para aulas y administración fuera del propio Museo. En forma honoraria he dictado durante más de 20 años la asignatura Geotectónica, como materia optativa. Becarios, tesis y discípulos he tenido oportunidad de dirigir siendo mi paradigma el de total libertad para expresarse y continuar su mejor camino. Verlos crecer académicamente algunos ya con cargos de profesor e investigadores formados, u ocupando cargos relevantes en empresas o universidades, es una de las mejores satisfacciones. Cuando solicité en la FCNyM la certificación hacia fines del 2013 para la jubilación, el documento que me entregara la oficina de personal decía lacónicamente 'ha cumplido 47 años y ocho meses', que sinceramente, salvo algunos inconvenientes, me han llenado de satisfacción intelectual y académica, por lo que parece que hubieran pasado rápidamente. Nunca he perdido el espíritu de 'estudiante' y con cada actividad me entusiasmaba por aprender algo nuevo. Varias actuaciones en gestión he desarrollado en el Museo de La

Plata, en CERLAP (Centro Regional La Plata) antecesor del CCT-La Plata, en CONICET, en instituciones geológicas, comisiones científicas, etc. En esta trayectoria resumida, puedo expresar finalmente que he recibido también reconocimientos como Miembro Honorario de la AGA, Premios y Diplomas al Mérito que fueron gratificantes para quien ha dedicado la vida a una verdadera 'pasión' como es conocer el tiempo en la historia de nuestro planeta Tierra.

■ ANTECEDENTES FAMILIARES

Mi padre Alberto nacido en 1910, era hijo de inmigrantes italianos que habían venido hacia fines del siglo XIX provenientes de la región de Le Marche comuna de Montefano (el abuelo Gisberto) y de la Calabria, Cosenza (la abuela Rosa Arturi) trayendo consigo solamente la 'cultura del trabajo'. Cercana a Montefano está la pequeña población denominada Cingoli, de donde seguramente proviene el origen del apellido. Tuvieron 10 hijos que criaron con esfuerzo, consiguiendo el abuelo un reparto de diarios (se lograban tener zonas de distribución en las afueras de La Plata) en el que ayudaban todos los hijos varones, inclusive antes de ir a la Escuela Industrial. Con esto lograron los abuelos tener su casa en un terreno grande sito en la calle 55 entre 15 y 16 donde cultivaban su quinta, frutales, mantenían gallinas, etc. La abuela era la encargada de la comida y especialmente el domingo se juntaba la mayor parte de la familia a comer la clásica pasta casera. Hasta hoy mantenemos el contacto con los familiares de la línea paterna que viven en Italia. Por su parte mi madre Elsa Ethel Mendoza Godoy provenía de una familia española (de origen vasco) con mucha tradición en el país, es decir 'acriollada' radicada en Concordia (Entre Ríos), pero perdiéndose el contacto con las regiones europeas de procedencia.

Tuvieron seis hijos, cuatro varones y dos mujeres. Por esta vía solamente conocí a mi abuelo materno (Benedicto) porque la abuela (Juana Bonifacia Godoy) había fallecido antes que yo naciera. Mi padre vivió casi hasta los 100 años y mi madre hasta los 88. Mi formación familiar fue normal, sin mayores sobresaltos y con mucho apoyo para que desarrollara mis estudios y actividades deportivas preferidas (fútbol callejero y el rugby en el CULP). Mi padre junto a su cuñado lograron obtener el título de Óptico Técnico de la provincia de Buenos Aires, con lo cual abrieron el comercio 'Cemino y Cingolani' dedicado al rubro en La Plata, que mi padre luego continuó solo, por más de 60 años en otro local. Por otro lado mi madre era Maestra y con antecedentes en toda la familia de educadoras de profesión y vocación. Cuando todavía mi hermano y yo éramos chicos, decidió estudiar Óptica Universitaria, teniendo que viajar a la Facultad de Bioquímica y Farmacia de la UBA para los cursos y rendir las materias. Así con el título ya obtenido se hizo cargo de la 'Óptica Cingolani' en La Plata, que continúa estando ahora al frente de la misma mi hermano mayor Jorge y su hijo Sebastián, manteniendo la larga tradición familiar. Con diez años de diferencia nació mi hermana Analía a quien cuidamos y atendíamos mi hermano y yo como si fuéramos otros 'padres'. Luego ya con mi hermana más grande, decidió mi madre estudiar la Licenciatura en Historia del Arte en la Facultad de Bellas Artes de la UNLP, que cultivó con ahínco y pasión hasta la fecha de su fallecimiento. Con esta formación mi madre tenía mucha facilidad para dialogar y comprender nuestras inquietudes y favorecía el diálogo abierto sobre los temas más diversos. Mi padre que había abrazado una religión bíblica tenía una visión creacionista y era difícil conversar sobre Darwin, evolución, etc., así

que eran temas que se evitaban dentro del seno familiar, respetando las ideas de cada uno.

■ LA EDUCACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA: EL DESPERTAR DE LA VOCACIÓN

De acuerdo al concepto tradicional que tenían mis padres que 'la mejor escuela pública es la que está más cerca de la casa', me enviaron primero a un Jardín de Infantes de la Escuela Normal N. 2 que era el más próximo al domicilio, para pasar luego a la Escuela Normal Nacional Mixta N. 3 'Almafuerte' que quedaba a solo dos cuadras de nuestra casa, donde cumplí toda la educación primaria y secundaria. Conservo todavía amigos/as de aquellas épocas, aunque en algunos casos las circunstancias de la vida nos separaron y llevaron a vivir a otras regiones. Cursando el cuarto año de la secundaria, con otro compañero decidimos tratar de rendir el quinto y último año del llamado Bachillerato de manera libre y así llegar a ganar un año para ingresar a la Universidad. En gran parte lo pudimos cumplir, pero finalmente con dos materias que me habían quedado no pude ingresar en 1960 como alumno regular en la FCNyM, aunque pude avanzar con cursadas, para hacerlo en forma oficial al año siguiente. La etapa del secundario fue crucial para definir cuál sería mi vocación. En efecto las clases de Geografía desde tercer año, donde estudiamos, entre otros temas, las cadenas montañosas más importantes o incluso en las de Historia donde nos explicaban el cruce de los Andes del Ejército de San Martín, o la famosa hazaña del paso de las Termópilas, o la travesía del cartaginés Aníbal con sus elefantes a través de los Alpes, o la actividad de volcanes, entre otros ejemplos, me llevaron a interesarme sobre el origen de las montañas. Me preguntaba cómo llegaron a formarse? Allí fue naciendo mi fuerte voca-

ción por la Geología que definí rápidamente, acompañándome en esta decisión quien fuera mi compañero de escuela Luis Dalla Salda, cuya familia vinculada siempre a YPF había sido trasladada desde Luján de Cuyo (Mendoza) hacia la Destilería de Ensenada muy cercana a La Plata.

■ LA ETAPA UNIVERSITARIA EN EL MUSEO DE LA PLATA Y LOS MAESTROS PROFESORES

Resultó emocionante poder concurrir al famoso Museo de La Plata para solicitar mi inscripción y luego mi ingreso al primer año de la Facultad de Ciencias Naturales. Nos entregaron un cuadernillo de orientación general de la institución, que fue muy útil para ubicarnos en el contexto general del contenido de las carreras. El primer curso era común para todas las orientaciones naturalistas (Botánica, Zoología, Antropología, Geología) es decir que cumplido éste todavía teníamos tiempo de cambiar hacia una de las carreras mencionadas. Si bien poco sabía de la Geología (no había tenido una asignatura sobre ella en el secundario), fue la que me seguía atrayendo, aunque tuvimos tan buenos profesores de primer año que ninguno de los otros temas me disgustaba. Pero seguía tenazmente mi camino que me llevara a comprender la evolución del planeta y la generación de las montañas...

Oficialmente comencé los estudios en 1961 pero el año anterior había podido cursar de manera condicional los prácticos de algunas materias, con lo cual debía rendir solo los exámenes finales. El programa de la Licenciatura en Geología abarcaba 25 materias y una prueba de idioma que se podía rendir en cualquier momento, es decir cinco materias por año y con ligeras variaciones se ha seguido durante muchos años. No había en la UNLP una tesina de grado como en otras

universidades, pero para acceder al título de Doctor en Ciencias Naturales había que realizar un trabajo de Tesis que normalmente llevaba entre cuatro y cinco años de fuerte dedicación. Como dije anteriormente en el primer año tuvimos profesores y auxiliares docentes destacados, como el entomólogo Dr. Luis De Santis (Zoología), Dres. Guillermo Furque y Raúl Desanti (Geología), Dr. Eduardo Cigliano (Antropología) y Dres. Angel Cabrera, H. Fabris (Botánica), quienes con pizarrón y tiza nos explicaban con prolijidad y esmero todos los conceptos de cada materia. Superado el primer año, ya teníamos que cursar materias exclusivas de la Licenciatura en Geología, que incluían Mineralogía, Química General, Matemáticas, Física, Geografía Física (después llamada Geomorfología). Esta etapa fue de una experiencia difícil al tener que cursar las materias Química y Física fuera del ámbito del Museo de manera conjunta con alumnos de otras carreras. Recuerdo las interesantes clases de Química Inorgánica del Prof. Aymonino y de Física del Prof. Bertomeu en el anfiteatro de Exactas, donde completaba rápidamente al menos dos pizarrones que subían y bajaban con dibujos y fórmulas. Se realizaban experiencias prácticas fascinantes sobre energía cinética, principio de acción y reacción, etc., donde participaban técnicos o auxiliares de la cátedra. La Dra. Magdalena Radice nos explicaba por su parte todos los conceptos básicos de cristalografía y mineralogía, con los ejemplos de ubicación de los átomos en los diferentes sistemas cristalinos, tipos de maclas, etc., mientras que en las clases prácticas con el Dr. Cesar Cortelezzi o Dr. Fernando Sesana y ayudantes trabajamos sobre reconocimiento de diversos grupos de minerales. A Cortelezzi, de familia de fuerte tradición platense, por momentos era difícil entenderle (solía traducir del alemán). Sesana venía en su coche particular desde

Buenos Aires, era integrante de la Dirección de Minas, a pesar de la fuerte dificultad para desplazarse, admirábamos ese espíritu de trabajo superando sus problemas físicos. El Dr. Cristian Petersen por su lado (coautor con el Dr. Armando Leanza de un libro por el que todos estudiamos 'Elementos de Geología Aplicada' en los primeros cursos), nos daba clases de Geografía Física: la erosión fluvial, eólica, glaciar, eran temas que recuerdo con especial cariño porque en los dibujos que realizaba el profesor nos explicaba con didáctica clara los efectos y productos de estos procesos. A veces salíamos del tema y el profesor con su amplia experiencia, nos explicaba aspectos diversos de cultura general, que eran apreciados por nosotros. Recuerdo una vez que nos habló en detalle de la historia de la Policía Montada de Canadá...En Matemáticas tuvimos a la Dra. Placeres y al Lic. Cohen Tarica, quienes utilizaban el amplio pizarrón del aula Magna del Museo para desarrollar las fórmulas. Cohen protestaba cuando al borrar levantábamos polvo (lo afectaba en sus pulmones) en los alrededores del pizarrón. En el tercer año pasamos a cursar otras materias como Química Analítica que podíamos hacerla por el sistema de promoción sin examen final. El profesor de esta asignatura era el Dr. José A. Catoggio de la Facultad de Química de la UNLP, a quien recuerdo con mucho cariño porque siempre estaba atento a solucionar los problemas de los alumnos y ayudarnos en todo lo que fuera posible. Sus clases las escuchábamos con atención donde trataba de incluir ejemplos de minerales o rocas que acompañaran la temática. Ya graduado, el Prof. Catoggio fue siempre una fuente de consulta, hasta inclusive me recibía en su casa para aconsejarme sobre diferentes temas (académicos y personales). Debo destacar que al comentarle que se estaban organizando las Segundas Jornadas Geológicas Argen-

tinias en Salta (1962), se ofreció a conseguirnos a varios de sus alumnos ayuda para alojarnos porque era amigo de la familia González Bonorino radicada en esa ciudad. Con esta posibilidad nos organizamos para viajar en el tren Buenos Aires-Salta (tardó 36 hs con nosotros en segunda clase con bancos de madera). Así gracias al impulso del Dr. Catoggio pude tener mi primera experiencia de participar en las actividades de las Jornadas donde varios de nuestros profesores exponían sus trabajos y además conocer a otros profesores de diferentes instituciones. Luego comenzamos con materias petrológicas, es decir Petrología (que incluía rocas ígneas y metamórficas) y Sedimentología. Aquí la figura descollante fue el Prof. Dr. Mario E. Teruggi, quien nos deleitaba con sus clases teóricas siempre actualizadas, teniendo solamente como ayuda memoria un pequeño papel (escrito en inglés que dominaba, además de otros idiomas). Su erudición basada en la permanente consulta de la bibliografía más moderna (era frecuente verlo en la Biblioteca que revisaba minuciosamente) nos permitió llegar a comprender los últimos avances con ejemplos mundiales. Recuerdo hasta ahora, una clase explicativa sobre el volcán Vesubio, su erupción del 79 d.C., los productos piroclásticos y sus lavas (hasta los vinos que se producían en la zona en virtud de los diferentes suelos de origen volcánico). El texto publicado por Teruggi sobre 'Rocas Ígneas al Microscopio' constituyó una herramienta valiosa para llevar adelante el curso y estudiar para el final. Su lugar de trabajo fue siempre el subsuelo del Museo al que nosotros llamábamos las 'catacumbas'. Allí se daban las clases teóricas y prácticas, en este último caso utilizando microscopios petrográficos de reciente adquisición. El Dr. Jorge O. Kilmurray colaboraba con los trabajos prácticos a quien le reconocíamos la infinita

paciencia para explicarnos una y otra vez las texturas y minerales indicativos de metamorfismo, paragénesis, etc. En la parte de Sedimentología también era el Dr. Teruggi (coautor del Léxico Sedimentológico junto a su amigo el Dr. F. González Bonorino) el encargado de explicarnos los temas principales, estando el Dr. Renato R. Andreis colaborando en los prácticos. Tito, como lo llamábamos todos, nos enseñó no solo a describir el corte delgado, sino también a la roca de mano en todos los aspectos que se pudieran reconocer y su posible vinculación con el ciclo exógeno. Los profesores mencionados formaron una parte fundamental de nuestra formación en Petrología y Sedimentología. En la materia Geología Estructural pude asistir a las últimas clases que diera el Prof. Dr. Tomás Suero, destacado profesional de YPF (quien falleciera tempranamente y fuera reemplazado por el Dr. Juan Carlos M. Turner). Su valiosa experiencia de campo, hacía poco tiempo que había realizado descubrimientos relevantes en sectores patagónicos como en la cuenca Tepuel-Genoa, fue una herramienta valiosa para agregar ejemplos a los temas que explicaba en sus teóricas. En la parte práctica colaboraba el Geol. José M. Sala, que si bien provenía de formación hidrogeológica, nos brindó con esmero todos los conceptos fundamentales de pliegues, fallas, diaclasas, etc. Ahora nos tocaba por primera vez introducirnos en la Paleontología que contenía tanto los invertebrados, vertebrados y paleobotánica, rama que tenía mucha fama en el Museo de La Plata. Los profesores que he alcanzado a tener fueron Dr. Horacio Camacho (Invertebrados), Dr. Sergio Archangelsky (Paleobotánica) y Dr. Rosendo Pascual (Vertebrados). Todos relevantes y reconocidos investigadores en sus respectivos temas, que nos dieron los conceptos básicos de la Paleontología General. En la parte práctica colabora-

raba la Dra. Mariñelarena, dándonos con esmero sus clases con material fosilífero de invertebrados en el Aula Ameghino del Museo. La parte de vertebrados fue el Geol. Pedro Bondesio, colaborador del Dr. Pascual en la División Paleontología de Vertebrados del Museo, quien nos brindó con condiciones de verdadero maestro (de una paciencia increíble) los misterios de la evolución de los vertebrados fósiles. Ante nuestro requerimiento llegaba a asistir hasta los sábados (porque su trabajo habitual era en algo completamente diferente en la Administración Pública provincial) para darnos el repaso antes del final. Estos profesores dejaron una huella significativa en mi formación que siempre he agradecido. En el cuarto año comenzamos con Geología de Yacimientos que estuvo a cargo del notable Ing. Victorio Angelelli, quien se instaló en La Plata luego de dejar la Comisión de Energía Atómica en Buenos Aires. Sus vastos conocimientos impresionaban cuando hablaba fuera de las clases, porque nos daba la sensación que no había mina o socavón que no conociera o hubiera visitado en algún momento. Colaboraba con los ayudantes en las prácticas y hasta personalmente hacía los ensayos de reconocimiento de minerales con soplete y mechero *bunsen*. Era un 'mineralogista' formado en las mejores escuelas alemanas. Estudiamos por sus libros y era fuente de consulta permanente. Tenía por costumbre, llegar temprano al Museo y trabajar sin interrupciones hasta cerca de las 10 hs todos los días, luego visitaba a sus colegas dentro del Museo para conversar, recibir inquietudes, novedades, etc., aportando su conocimiento. Resultaban particularmente simpáticas las conversaciones en alemán que mantenía con sus colegas el Dr. Cortelezzi o con el Dr. Cuerda. Ahora me llegó el momento de cursar la materia Geología Histórica que estaba a cargo del Prof. Dr.

Angel V. Borrello, quien se había incorporado al Museo luego de su intensa actividad en YCF llegando al cargo de Gerente. Impresionaba por su figura de profesor magistral siempre con impecable traje y corbata, sugiriendo también en las primeras clases que nosotros los alumnos tuviéramos un comportamiento similar. En el comienzo de la cursada de esta materia ya comprendía que había algo que me atraía, podíamos ver algo más general que lo que hasta ese momento nos habían enseñado. Por fin comencé a vislumbrar información sobre el origen de las montañas...aunque explicado con el paradigma de ese momento. El profesor adjunto era el Dr. Alfredo J. Cuerda, amigo de la infancia de Borrello, ambos nacidos en la zona de Necochea-Quequén y también formado en la empresa YCF. Los temas que desarrollaba Cuerda los presentaba con mucho énfasis y completando cuanto pizarrón tuviera disponible con perfiles y columnas estratigráficas prolijamente dibujadas. Apreciábamos su manera didáctica de presentar las clases que nos motivaban a consultar más sobre los temas expuestos. La parte bioestratigráfica era su fuerte y su experiencia de campo era evidente. Destaco que luego mantuve durante años una estrecha relación de trabajo con Cuerda con experiencias de campaña inolvidables. En los prácticos se desempeñaba el Geól. Osvaldo Carlos Schauer, de conducta académica impecable y muy apreciado por todos nosotros por su amabilidad. Tenía experiencia antártica porque integró el IAA y también se había desempeñado en YCF. Nos llamaba la atención que viajaba todas las semanas a Bahía Blanca por razones familiares y daba clases en la recientemente creada carrera de Geología en la UNSur donde se sentía identificado por ser oriundo de Punta Alta. Con el tiempo cultivamos con Osvaldo y su esposa una amistad entra-

ñable que duró hasta su fallecimiento en 2010. Creo que viendo mi real interés en los temas de la materia, fui invitado por el Dr. Borrello a participar en viajes de campaña, tanto a la zona de Balcarce-Chapadmalal-Mar del Plata, Barker, Sierra de la Ventana, en la Provincia de Buenos Aires, como a la Precordillera de San Juan y Mendoza. (Fig. 1a) Esto fue para mí una inmensa alegría que me permitió recibir 'clases directas de campo' y colaborar en los trabajos que estaba realizando con el grupo de la División Geología del Museo, que ampliaré en otro capítulo. Las clases de Levantamiento Geológico las dictaba el Dr. Guillermo Furque, quien trabajaba en la Dirección Nacional de Minería con sede en la calle Perú de Buenos Aires y había realizado en solitario varias hojas geológicas, colaborando en las prácticas el Lic. Limousin quien tenía su lugar de trabajo en el LEMIT con experiencia en el uso de instrumental geológico. El trabajo práctico con las planchetas (Wild, Monticelli, Gurley) teodolitos, brújulas, eran aprendizajes obligados que cumplíamos en los alrededores del Museo dentro del Paseo del Bosque de La Plata. Limousin, siempre con un cigarrillo prendido, nos daba pacientemente las explicaciones necesarias para llevar adelante el práctico. Comprendí aquí la real dimensión del manejo de escalas para el relevamiento geológico.

El Dr. Enrique de Alba también de la Dirección de Minería, nos brindó toda su experiencia en Geología Aplicada. Su fuerte eran las diferentes tipos de presas o diques, porque nos insistía bastante con ello. En esos momentos estaba trabajando en el Proyecto de Salto Grande. De amable personalidad que gustaba de conversar con los alumnos sobre sus experiencias de campo. En las prácticas el Dr. V. Mauriño profesional del LEMIT, con prolijidad nos

desarrollaba los trabajos prácticos sobre mapas topográficos del IGM o fotos aéreas en algunos casos. Ciertas prácticas fueron cumplidas con personal del LEMIT donde nos mostraban los ensayos principales para resistencia de rocas. La Hidrogeología estuvo a cargo del Geól. José M. Sala, experto en la temática y vinculado a organismos de la provincia de Buenos Aires. Teníamos a esta altura de la carrera la posibilidad de cursar materias denominadas 'optativas', es decir que podíamos elegir dentro de un espectro de posibilidades. En mi caso utilicé la Aerofotogeología, que estaba a cargo del Dr. Eduardo Methol y del Dr. Ubaldo Zucolillo, ambos de la Dirección de Minería de Buenos Aires. Allí aprendí a reconocer texturas de diferentes tipos de drenajes, unidades litológicas que por sus características se diferenciaban, etc. Fue una herramienta de utilidad en mis trabajos de campo y especialmente cuando tuve que mapear para mi trabajo de tesis doctoral. Otra optativa fue Geología del Subsuelo a cargo del Dr. Carmelo I. de Ferrariis quien con vasta experiencia en la geología del petróleo nos daba sus clases tanto en el

Museo como en su lugar de trabajo (YPF) en Buenos Aires. En Geología del Petróleo teníamos las clases dadas por el Dr. Edgardo Rolleri, a quien acompañaban el Dr. Cesar Fernández Garrasino y Lic. Luis Cazau, todos profesionales de YPF. Con ellos llegué a tener una buena base de la geología de las diversas cuencas del país y aprender las características de la matriz energética del país basada en la producción de petróleo, que era autosuficiente. Algunas prácticas fueron cumplidas en los laboratorios muy completos de YPF en la localidad de Florencio Varela, que era único en el país al servicio de todas las actividades de la empresa. Rolleri, quien fuera Gerente de Exploración siempre nos manifestaba la importancia de YPF siendo un defensor de la empresa estatal en esta actividad estratégica. En Geología Económica tuvimos al Dr. Oscar Bernasconi, quien nos explicó la importancia de la explotación racional de los recursos naturales de cada país. Otra materia que había decidido cursar como 'optativa' fue Geofísica, que era dictada por el Ing. Antonio Introcaso. Noté rápidamente que se trataba de una temática de

interés para mi formación, observando el comportamiento de la litósfera (la tierra sólida, como solían llamarla) en profundidad. Con precisión y de manera didáctica el Ing. Introcaso nos exponía los ejemplos que debíamos estudiar para el final. La Prueba de Idioma (podíamos elegir entre varios) la cumplí con el Dr. M. Teruggi sobre Inglés. Ésta consistía en la traducción de unas hojas que el profesor elegía de cualquier libro que tuviera disponible. Al terminar se presentaba un diálogo de manera de ampliar la prueba demostrando que realmente se había comprendido el texto. Me siento honrado y agradecido de haber podido recibir la formación académica mencionada en el ámbito tan especial como es el Museo de La Plata, con profesores-maestros del mejor nivel científico y profesional.

■ LAS PRIMERAS ACTIVIDADES PREVIAS A LA GRADUACIÓN

El Dr. Borrello me invitó a participar como alumno a viajes de campaña a la Precordillera de San Juan, allí fui testigo del hallazgo de los primeros trilobites olenéllidos del



Figura 1: En a. el Dr. Borrello preparando la ensalada 'hercínica' como la denominaba durante un viaje con alumnos a San Juan-Mendoza. En b. la primera credencial obtenida en 1965 que me acreditaba como integrante de la CIC prov. de Buenos. Aires, siendo aún estudiante.

Cámbrico Inferior en la Sierra Chica de Zonda y Villicúm, que después iban a tener relevancia en la correlación con Laurentia y el origen de la Precordillera. Habiendo cumplido la cursada de la materia Geología Histórica, o sea antes de finalizar la carrera universitaria entre 1964-1965, el Prof. Borrello me ofrece integrar como contratado el plantel que estaba formando en el Departamento de Geología de la CIC de la Provincia de Buenos Aires ubicada en el edificio de 526 entre 10 y 11 de La Plata. (Fig. 1b)

Ya estaban allí trabajando los Geól. José Venier y Osvaldo C. Schauer, además del técnico Sr. Fazio. El proyecto del Dr. Borrello era poder llegar a 'datar el magmatismo de diversas localidades del país' que resultaba fundamental para sus interpretaciones geotectónicas. Para ello se asesoró con especialistas, entre ellos el Dr. John Reynolds (*Berkeley University*) y el Dr. Umberto Cordani de San Pablo, Brasil y decidió, ya que allí tenían K-Ar, tratar de trabajar con otro método como el Rb-Sr. Siendo Presidente de la CIC el Dr. Héctor Isnardi, Borrello como miembro del Directorio, logró que se aprobara la adquisición luego de una lenta licitación de un espectrómetro de masas para sólidos de marca *Nuclide* (USA) que fue montado con mucho esfuerzo, mientras que paralelamente se acondicionaban otros lugares para trituración, separación de minerales y tratamiento químico. Estaban a cargo de esta tarea el Lic. José A. Venier y en parte colaboraba el físico Horacio Caze-neuve. Allí fueron mis comienzos con la geocronología, de la cual solo tenía conocimientos mínimos. Paralelamente pude tener una beca como alumno de la UNLP y luego accedí por concurso a un cargo de Ayudante Alumno de la materia Geología Histórica. En esta condición, tuve que acompañar por pri-

mera vez al Prof. Adjunto de Geología Histórica Dr. Alfredo J. Cuerda a un viaje de campaña con alumnos del curso de ese año. La tarea se cumplió entre Jáchal y Huaco (San Juan) concretando un perfil a pasos y brújula con observaciones detalladas de las unidades encontradas. Participaron de este viaje los alumnos Carlos W. Rapela, María Amalia Leguizamón, Luis Gallino, Pedro Alcántara, Navarro García, entre otros. Al poco tiempo se incorpora a la CIC el entonces alumno Ricardo Varela, con quien finalmente vamos a trabajar juntos durante más de 45 años. Borrello había notado en las clases que había un estudiante que copiaba en taquigrafía textualmente los apuntes de clases. Era una ambición de Borrello llegar a 'dictar' sus trabajos, inclusive las observaciones de campo, por lo que disponía de un grabador a cinta para luego pasar todo en dactilografía. Por esta razón inicial y luego notando la capacidad de Ricardo Varela, lo invitó a formar parte del grupo de la CIC.

■ GRADUACIÓN Y SERVICIO MILITAR

Al finalizar la carrera en abril de 1966, tuve que presentarme al Servicio Militar Obligatorio, al cual había solicitado la prórroga de dos años para justamente llegar a terminar la Licenciatura. Cuando me presenté en el destino que fue el Regimiento 7 de Infantería 'Cnl. Conde' de La Plata, ya todos los soldados compañeros habían cumplido la etapa peor de instrucción con campamento en el Parque Pereyra Iraola. Luego estuve siete meses de conscripción, entre los cuales, pasado un tiempo, me permitieron asistir a la ayudantía que tenía en Geología Histórica, adonde concurría con el uniforme de soldado. El único hecho saliente en el RI 7 que recuerdo, fue que una noche nos hicieron levantar, ejecutar plan de llamadas en 'zafarrancho', prepa-

rar uniforme y elementos de fajina con armas y subir a los camiones. No tuvimos intervención alguna pero después nos enteramos que fue el momento del derrocamiento del Dr. A. Illia como Presidente de la Nación. También en esos meses de regimiento trataba de estudiar en los ratos libres la materia Geofísica, que era una de las dos optativas para el doctorado que me quedaba a rendir. Luego de las 'maniobras militares' cumplidas en la Ea. Los Cerrillos de la zona de Monte (a donde llegamos caminando los 90 km) logré entrar con alegría en el listado de la primera baja hacia fines de 1966.

■ PRIMEROS PASOS EN LA INVESTIGACIÓN, DOCENCIA SECUNDARIA Y TESIS DOCTORAL

La CIC de la Provincia de Buenos Aires me extendió el contrato y por otro lado el Dr. Borrello gestionó la posibilidad de que se me otorgara un cargo para la División Geología (con obligación de cumplir tareas docentes en Geología Histórica). Ya en esos momentos la División Geología se había trasladado al tercer piso del Museo, con mejores instalaciones para el desarrollo de tareas de investigación. Borrello hizo construir mesas grandes para ser utilizadas con pantógrafos para reducir o ampliar planos, que eran indispensables (no existían fotocopias...) en escala. Éramos varios colegas que nos desempeñábamos aquí, algunos con tiempo simple otros con semi-dedicación. (Fig. 4, ver más abajo) Allí estaban Osvaldo C. Schauer, Jorge Antonioli, Ubaldo Zucolillo, Raúl Scanavino, Eduardo Méndez, Martín Guichón y empleadas técnicas, como María Adela Montalvo, que se ocupaban especialmente de las tareas de dactilografiado y mantenimiento de colecciones. Cuál fue mi primer trabajo aquí?. "Ud. se va a ocupar del mapa geotectónico de la Patagonia", me dijo Borrello. Con

lo cual todos los días debía presentarle algún avance en este aspecto. La búsqueda de bibliografía publicada e inédita fue una labor básica que llevaba mucho tiempo. Paralelamente el Dr. Zucolillo me ofreció en esos momentos la posibilidad de reemplazarlo como Profesor de 'Mineralogía y Geología' en el colegio secundario dependiente de la UNLP, Liceo Víctor Mercante, de La Plata. Accedí al cargo donde una vez por semana daba clases a alumnos del último año que habían elegido la orientación de 'Ciencias'. La materia comenzaba con una fuerte influencia sobre aspectos de las formas cristalinas, lo cual fui tratando de modificar en el poco tiempo que estuve en esta tarea, hacia los aspectos más regionales (como la evolución del Gondwana), que fueron temas que interesaban a los alumnos. Con satisfacción varios de los ex-alumnos, posiblemente motivados por las clases, se orientaron después hacia las carreras de Geología y Biología.

En el Departamento de Geología de la CIC, tuve oportunidad de conocer al Prof. Jean Aubouin (*Université de Paris*) quien venía a trabajar con Borrello. Aubouin (autor del libro *Geosynclines*) recomendó a su mejor alumno que era Jean-Claude Vicente, quien estaba dispuesto a venir a Argentina a radicarse. Finalmente tuvo mejor ofrecimiento en la Universidad de Chile y allí desarrolló una importante tarea formando un magnífico grupo de geólogos andinos. Mantengo una fuerte amistad con Jean Claude, aunque ya instalado desde hace varios años nuevamente en Francia. Había llegado el momento en que me preocupaba la posibilidad de seleccionar un tema de tesis doctoral. Borrello me invitaba hacia el verano de 1968 a hacer un viaje extenso en la camioneta Ford V8 ('la gris' le decíamos, cabina simple y sin cúpula) hacia la Patagonia, llegando hasta Tierra del Fuego.

En varias etapas arribamos a Esquel para ver los 'esquistos' y seguimos hacia el sur. Como anécdota debo decir que llegando al Lago San Martín, de noche y bajo la lluvia, nos recibe amablemente el puestero quien ofreció la posibilidad de alojamiento y comida. Nos dijo "aquí está hace varios días un joven geólogo de La Plata". Efectivamente al otro día encontramos a Alberto Riccardi quien se encontraba solo, haciendo el trabajo de campo de su tesis doctoral. Aprovechamos y salimos juntos a ver la Fm Bahía de La Lancha que le interesaba a Borrello, para las observaciones y toma de fotografías.

Continuamos el viaje hacia el sur y llegamos al Lago Argentino. "Que le parece si trabaja en este *flysch* Cretácico?, luego de Feruglio pocos han trabajado en detalle", me expresó Borrello. La verdad que el panorama era extraordinario, pero pensaba que debía contar con infraestructura mínima para poder desplazarme... Seguimos a Tierra del Fuego donde luego de pasar el estrecho de Magallanes llegamos a Río Grande y seguimos hacia Ushuaia. Fue un viaje muy enriquecedor por todo lo que pude conocer por primera vez en mi carrera y aquí realizamos observaciones que permitieron que participara del primer trabajo en la zona de Killik-Aike (Prov. Santa Cruz) que se publicara en la Revista del Museo de La Plata en 1967. Al regreso había quedado en mí la decisión de utilizar como tema la zona de Lago Argentino que había conocido rápidamente. Al año siguiente pude planificar un viaje (sin vehículo) parando en lugares desde donde trataba que me transportaran con carpa, bolsa de dormir y elementos de campaña hacia diferentes puntos con afloramientos del '*flysch* Cretácico'. En Río Gallegos me enteré por colegas, que estaba por llegar el Dr. Pascual, para hacer una excursión hacia un lugar don-

de habían encontrado restos fósiles de mamíferos del Terciario. Me invitaron y me acoplé a la expedición. Rosendo aquí me 'abrió los ojos' aconsejándome que en estas zonas solitarias sin vehículo era muy difícil trabajar. De todas maneras continué después mis tareas en la zona de la Estancia La Gerónima, Puerto Banderas y llegué a la Ea. María Cristina (de los Masters) en el glaciar Upp-sala con la lancha que llevaba al médico a atender a los antiguos pobladores. Utilizaba el trabajo de A. Bouma de reciente aparición (*Sedimentology of some flysch deposits*, de Elsevier) como libro base para tratar de levantar los perfiles, definir facies y su interpretación. A mi regreso de esta experiencia dura pensaba como iba a poder hacer para realizar varias campañas a la zona. De todas maneras alcancé a publicar con la colaboración de L. Dalla Salda un trabajo sobre los 'diques clásticos del flysch de Lago Argentino' que había encontrado. Mantuve luego una breve discusión con Borrello y me ofreció la posibilidad de trabajar con otro tema que lo obsesionaba: las ofiolitas. Así me expresó que podía pensar en la Sierra de la Cortadera, al NE de Uspallata, donde tenía un ejemplo muy interesante. Paralelamente a Varela le había seleccionado también la región al Norte de Potrerillos (difícil de acceder por tener que cruzar el río Mendoza sin puente). Así fue que nos organizamos con Varela y hacíamos campañas conjuntas con camioneta de la CIC. Varela descendía en Potrerillos en la casa del baqueano señor Durán que había conseguido buenos caballos y yo seguía hacia la Cortadera donde tenía un camino de acceso algo precario hasta llegar al Puesto Los Alojamientos de Don Julián Aguilera. (Fig. 2) La ayuda y las conversaciones con los baqueanos (como D. Erasmo Villarroel) siempre fueron enriquecedoras reconociendo en ellos una sabiduría especial



Figura 2: En el Puesto Los Alojamientos, Mendoza durante una de las últimas campañas a la zona a principios de 1970. De izquierda a derecha D. Alejandro Aguilera, D. Juan Barrera (minero en la zona de tesis), el autor, D. Eduardo Giménez y semitapado D. Julián Aguilera. Todos me ayudaron en el trabajo de campo.

que pareciera 'que la llevan en la sangre'. Quedábamos con Varela en juntarnos en una fecha determinada para el regreso o en algunos casos le he llevado fardos de pasto para los caballos, encontrándonos en la zona del cordón Bonilla. Con varias de estas campañas pude reunir la información volcada en fotografías aéreas y libreta de campo, de la estratigrafía de la zona donde se incluían de manera espectacular los cuerpos de rocas básicas (ofiolitas) que a Borrello tanto le interesaban como parte del 'magmatismo básico eugeosinclinal'. Debo señalar la ayuda recibida en trabajos de campo de R. Varela y luego en laboratorio buena parte de las descripciones petrográficas de Jorge Kilmurray y DRX de Mario Iñiguez.

En Noviembre de 1970 luego de varias correcciones por parte de Borrello, había culminado de tipear (y retipear varias veces con cinco carbónicos!) en máquina de escribir Olivetti más de 200 páginas de texto, al que acompañaban, perfiles y un mapa geológico en escala 1:25.000, que tuve que pedir ayuda

para pintar con lápices de colores en varios ejemplares. Las fotos de campo (varias páginas) las había revelado en mi casa con la ayuda de amigos para ahorrar el gasto o con la colaboración del señor Luis Ferrera en el laboratorio del Museo de La Plata. Finalmente pude encargar unas tapas duras para los ejemplares y la impresión del título y demás en letras doradas con la ayuda del personal de Impresiones Oficiales Prov. Buenos Aires. Presenté todo en la Facultad y esperaba por la designación del Jurado, que fueron el Ing. V. Angelelli, el Dr. F. Fidalgo y el Dr. M. Teruggi, siendo el Decano de la Facultad el Dr. E. Rolleri y el Geól. Juan Clemente Schwindt el Secretario Académico. Luego de la evaluación positiva, la exposición final se hizo el 29 de Diciembre de 1970 en la llamada Aula Magna del Museo. Recuerdo que uno de los que más me preguntó fue el Dr. Rolleri. La lectura del acta final estuvo a cargo del Secretario Schwindt, otorgándome el jurado la máxima calificación 'con mención especial de publicación'. Daba así por concluida a los 27 años, una etapa importante de mi

carrera profesional y se iniciaba otra completamente nueva...

■ LOS ESTUDIOS POSTDOCTORALES: ESTADÍA EN BRUSELAS

Desarrollando mis tareas en el Museo, llega el Dr. Borrello, quien venía habitualmente conduciendo su auto desde Lomas de Zamora donde vivía y me expresa compungido: "lamentablemente José (Pepe) Venier ha decidido viajar a Bélgica de donde es su esposa y alguien debe seguir con los trabajos del laboratorio Rb-Sr de la CIC. Usted es el indicado para hacerse cargo". Ante mi estupor solo pude decirle que debía aprender mucho para ello, que recién estaba comenzando a conocer algunas etapas del proceso de datación. Por suerte Varela también estaba involucrado, pero su tesis doctoral todavía no la había terminado por lo que su ocupación principal era ésta. Borrello sentía en esa época una fuerte presión de las nuevas autoridades de la CIC donde se había comprometido a hacer 'funcionar un laboratorio único en el país'. Luego de varias consultas, el mismo Venier me vinculó con los directivos del Laboratorio de Mineralogía y Petrología de la *Université Libre de Bruxelles* (ULB), quienes contaban con laboratorio Rb-Sr completo. Estando de Presidente el Dr. A. Arvía y Secretario el Dr. Héctor Fasano, luego de presentación en concurso obtuve el apoyo de la CIC, habiendo resultado seleccionado primera prioridad del año 1970 y se me otorga un subsidio de especialización en el exterior (no existía el sistema de becas todavía), con la promesa de giros mensuales. También consulté en diversas oportunidades a la Dra. Verónica Gómez de Posadas, quien se encontraba trabajando en geocronología en el MIT dirigida por el famoso Dr. Patrick Hurley, donde había hecho su Master con las rocas antiguas del Complejo Imataca de

Venezuela en 1966. Recibida la respuesta positiva del Prof. Jean Michot, del laboratorio de Bruselas, organicé todo para viajar lo más rápido posible a comienzos de 1971. Borrello quería que hiciéramos prioritariamente muestras correspondientes a la provincia de Buenos Aires, por lo que decidí llevar el material que habíamos colectado prolijamente en el campo con Varela del basamento de la Sierra de la Ventana en Julio de 1969. El material estaba ya triturado y en parte concentrados minerales como biotitas, un duplicado de cada muestra quedaba en la CIC para poder ir preparando en forma paralela y chequear los resultados.

Ya en Bruselas, me incorporé rápidamente al laboratorio dirigido por el Prof. Michot especialista en rocas básicas y alcalinas, pero en la parte de geocronología estaban a cargo la Dra. Sara Deutsch, Dr. Paul Pasteels y en el sector de preparación química la Dra. D. Ledent. Luego había técnicos para el espectrómetro de masas, separación de minerales, etc. El Dr. Pasteels era el que estaba en ese momento trabajando también con U-Pb en circones por dilución isotópica y dirigía una tesis doctoral sobre Lu-Hf. Asimismo dentro del laboratorio había un microscopio electrónico, donde en esos momentos era toda una revolución los trabajos mineralógicos que estaban realizando sobre muestras de la Luna a cargo del Prof. Zchwab. Una casualidad es que también fuera de ULB el Prof. Ilya Prigogine, destacado pensador (luego premio Nobel) que analizó 'el tiempo y su origen'. Al poco tiempo tuve una grata noticia, que fue la llegada al mismo lugar del Dr. Umberto Cordani quien estaba a cargo del Centro de Pesquisas Geocronológicas de San Pablo, Brasil, con quien compartimos casi seis meses de estadía en Bruselas, con el mismo interés de trabajar en el método Rb-Sr. Esto

fue muy gratificante y es allí donde pude estrechar lazos de fuerte amistad con Umberto que duran hasta la fecha. En los primeros meses de estadía logré trabajar en forma conjunta con el personal de la Universidad, tratando de aprender todas las técnicas y metodologías de laboratorio. Luego comencé el trabajo con las muestras de Sierra de la Ventana. A medida que podía avanzar en el conocimiento de laboratorio iba informando de manera epistolar con detalles de descripciones y dibujos, lo que se debía hacer en La Plata donde Varela se destacaba por su seriedad y prolijidad. Le sugería modificar el proceso de disolución de las muestras, el pasaje de la solución por columnas de intercambio iónico, que previamente debían ser calibradas, etc. Luego la utilización de *spikes* o trazadores para llevar finalmente la muestra al espectrómetro, fueron todos elementos valiosos aprendidos allí. En Bruselas tenían un equipamiento moderno para ese momento, quedando el Nuclide de la CIC bastante obsoleto por su lentitud, pero con esfuerzo podía seguir funcionando. Hacia fines de año la inflación importante me iba reduciendo el sueldo fijo que me giraba la CIC al

banco de Bélgica hasta que llegó el punto que tuve que pedir auxilio a la parte de alumnos y 'stagieres' de la Université Libre, otorgándome ante la situación Mme. Marutaef a cargo del mismo, una *Carte de Beneficiaire de Repas* de la ULB por 'indigente' para poder utilizar en forma gratuita el comedor universitario. En Agosto-Septiembre de 1970 ya tenía los primeros resultados de las muestras de Sierra de la Ventana y Varela por su parte había conseguido datar otro conjunto de rocas. Eran los primeros datos que habíamos logrado que fueran publicados en la Revista de la *Société Géologique de Belgique* y en la Revista de la Sociedad Científica Argentina. Otra visita en el laboratorio de Bruselas fue la de la Dra. Luisa Villar del Servicio Geológico, quien venía a trabajar en rocas básicas y carbonatitas con el Prof. Michot (quien ya en ese momento era además el Presidente de la Facultad de Ciencias de la ULB). En los días libres aproveché a conocer gran parte de Bélgica (Brujas, Amberes, Ostende, Waterloo, Gante, Lieja, Lovaina, Tournai). Llegué a tener una profunda admiración por las obras de los pintores flamencos como los hermanos van Eyck, Rubens, Me-



Figura 3: Luego de la visita a una mina de carbón, cercana a Charleroi con el grupo de docentes y estudiantes de Bruselas, quedamos casi irreconocibles: soy el segundo desde la izquierda.

mling, Brueghel, etc., por lo que no perdí oportunidad de visitar los mejores museos. Además pude conocer la geología de las Ardenas (franco-belgas) en la zona de Givet, Dinant y Namur (Devónico-Carbonífero clásico a nivel mundial), las abundantes minas de carbón activas en Bélgica (Mons-Charleroi) (Fig. 3) y una excursión conjunta al Macizo de Bohemia. Con el *Musée Royal de l'Afrique Central* ubicado cerca de Bruselas (Tervuren) había comunicación permanente por los trabajos del grupo del Dr. L. Cahen y Dr. J. Delhal, que concurrían asiduamente al laboratorio de Bruselas para discutir sobre los resultados de las muestras tanto del Zaire como de Brasil u otros lugares.

En Octubre de ese año me llega una tremenda noticia: se había producido el fallecimiento a los 51 años del Dr. Angel Borrello, en la ciudad de Mendoza. No pude superar este golpe del destino, encontrándome en el exterior. La comunicación con Argentina era epistolar y con lentitud, pero fui recibiendo noticias de varias fuentes y mandé mis condolencias a la familia del Dr. Borrello que vivían siempre en Lomas de Zamora de la Prov. de Buenos Aires. Pensaba como sería ahora nuestro destino en la CIC cuando se perdía al verdadero impulsor de la geocronología. De todas maneras continué con mis trabajos hasta terminar la estadía en abril de 1972 como estaba previsto, para reincorporarme a las tareas en el Museo y en la CIC. Lamentamos mucho con Varela que Borrello no alcanzara a conocer nuestros progresos en la datación Rb-Sr y los resultados de las muestras de Sierra de la Ventana...

■ SINE ALMA MATER, QUO VADIS.

Con el fallecimiento de Borrello (*alma mater*) quedó completamente

desvalido todo el grupo de trabajo de la CIC donde continuamos, dentro de nuestras posibilidades, las tareas casi normalmente. Borrello no sólo era el Jefe del Departamento de Geología sino que su condición de miembro del Directorio de la CIC hacía que tuviéramos siempre presencia en la toma de decisiones. No había reemplazo posible para cubrir esa importante vacante y el laboratorio para poder funcionar necesitaba elementos que se debían solicitar con amplia justificación. A todo ello había que agregar que no toda la comunidad geológica estaba compenetrada con la geocronología y hasta algunos destacados colegas descreían de su potencial. Por suerte contábamos con la colaboración de los Secretarios de la CIC señores Alberto Peña y Palacios. Hacia fines de 1972 la decisión de las autoridades de la CIC era que debían centralizarse las instituciones que se dedicaban a temas similares y destinar los edificios de la CIC como centro de apoyo científico-administrativo. Así las autoridades nos pidieron que concurriéramos a reuniones que se estaban haciendo en el CONICET, presidido en esos años por el Dr. Bernardo Houssay, sobre la confor-

mación del Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS). Tuve oportunidad de participar en representación de la CIC en una reunión donde había integrantes de varias instituciones como CNEA, UBA, CONICET.

Pude expresar allí (ante el Dr. Houssay) que era importante el desarrollo del INGEIS, pero que la centralización de todos los equipos y grupos de trabajo, no era a mi criterio conveniente, se anulaban años de esfuerzos en el montaje de laboratorios y porque bien podrían convivir dos lugares para resolver problemas geocronológicos de un extenso territorio como Argentina. Lamentablemente no tuvimos éxito y al poco tiempo la CIC decide el traslado de todo el laboratorio hacia el INGEIS que funcionaba en ese momento en el entepiso del Pabellón II, de la ciudad Universitaria. Microscopios, equipamiento de campo, espectrómetro de masas Nuclide, mobiliario, etc. Ante esta situación solo teníamos con Varela dos opciones o dejamos de trabajar en la temática o nos trasladábamos nosotros también al INGEIS. Lugar de trabajo igual podíamos tener



Figura 4: Colegas, amigos y compañeros de la UNLP en la habitual reunión de fin de año. De izquierda a derecha, el autor, Osvaldo Schauer (dueño de casa) y Arne Sunesen. Parado Ricardo Varela.

en la División Geología del Museo de La Plata, donde el Dr. Alfredo J. Cuerda se hizo cargo de la Jefatura. Optamos por la primera decisión sobre la base de todo el esfuerzo realizado para desarrollar el laboratorio, por el recuerdo de la obra de Borrello, por haber llegado a una especialización interesante y por los trabajos que teníamos en curso. Nos ofrecieron entonces presentarnos a la carrera de Investigador del CONICET, donde comencé a principios de 1973, en la categoría inferior. Me resultaba muy llamativo ver al Dr. H. Harrington conversar con el Dr. J.C. Turner o con el Dr. H. Camacho, al Dr. Polanski y otros del Departamento de Geología de la UBA. Harrington, recientemente regresado de USA propuso dictar un curso sobre el tema del momento 'Tectónica de Láminas' (porque nos explicó que 'plate debía traducirse como lámina'), donde asistimos F. Vilas del sector de Paleomagnetismo, el Dr. J. Zambrano de la industria petrolera y otros jóvenes colegas. Harrington, que si bien aceptaba la deriva continental, no estaba muy a favor de la nueva tectónica, pero en este curso con el aporte activo de los paleomagnetólogos, creo que llegó a aceptarla. En forma paciente con Varela fuimos construyendo nuevamente un laboratorio para Rb-Sr en el INGEIS, donde estaba funcionando bajo la dirección del Dr. Enrique Linares el método K-Ar. En resumen de este proceso debo expresar que llegué a trabajar un par de años, donde concretamos el estudio de varias muestras de la zona de Córdoba y llegamos en enero de 1974 a realizar primero el viaje de campo y el muestreo del basamento cristalino de las Islas Malvinas, al cual le dedicamos con Varela todo el esfuerzo para procesar las muestras en el laboratorio. Era esto una cuestión de honor como reconocimiento a Borrello, quien tanto impulso había puesto para lograr 'datar el magma-

tismo' por el método Rb-Sr, que detallaré a continuación.

■ LAS ISLAS MALVINAS: LA IMPORTANCIA PALEOGEOGRÁFICA DEL HALLAZGO DE ROCAS ANTIGUAS

Borrello había realizado una primera recopilación de la información sobre las Islas Malvinas publicada en 1963, sin haber podido hacer trabajos de campo. Esto fue para mí como 'un ideal a alcanzar' pues estaba muy motivado por estudiar la geología de ese archipiélago. En Enero de 1974 realizamos, con Ricardo Varela, un trabajo de campaña en las Islas, luego de haber solicitado las autorizaciones a través de la Cancillería argentina. Un objetivo era llegar a tomar muestras del basamento expuesto en el extremo sur de la Isla Gran Malvina para luego proceder a su estudio petrográfico y geocronológico. Partimos desde Buenos Aires con vuelo de Aerolíneas Argentinas hasta Comodoro Rivadavia, con apoyo del CONICET y desde allí abordamos un avión Fokker de LADE que hacia regularmente un viaje semanal hasta Puerto Stanley (luego Puerto Argentino). A nuestra llegada a las Islas, nos alojamos por varios días en el único Hotel que había (*Upland Goose Hotel*) donde fuimos recibidos por sus dueños Sr. King y esposa muy amablemente. Procedimos a efectuar el cambio de nuestro dinero por 'libras malvinenses' de circulación local y en cuanto pudimos nos contactamos con el Vicecomodoro César de la Colina, quien se encontraba a cargo de la Oficina de LADE en Puerto Stanley, oficiando en parte como 'cónsul' y contacto con los pobladores. Con su intervención pudimos organizar mediante el único medio que existía, un hidroavión de cuatro plazas conducido por un ex piloto de la RAF, una salida hacia la zona de Cabo Meredith que era nuestro

destino geológico. (Fig. 5) Este avión hacia el servicio de correo y cubría emergencias sanitarias de las Islas, así que tuvimos que aguardar que hubiera correspondencia para la zona, que era transportada en bolsas y arrojada sin descender cuando estábamos cerca de un puesto o localidad poblada. Coordinamos con el señor Peter Robertson y familia, de la Estancia Puerto Stephens de la Isla Gran Malvina (occidental), nuestra llegada a la zona y el apoyo logístico necesario para recorrer los alrededores de Cabo Meredith, en el extremo sur de la Isla. Nuestro objetivo central era contribuir al conocimiento de las rocas que componen el basamento pre-devónico y paralelamente se observaron las relaciones estructurales con las suprayacentes sedimentitas infradevónicas (Formación Puerto Stephens). El afloramiento de rocas ígneas y metamórficas (que solo había sido estudiado por una expedición sueca a principios del siglo XX, y con algunas referencias de otros investigadores ingleses) está expuesto en una faja de aproximadamente 4,5 km de largo, en asomos discontinuos y orientación NO, con un ancho variable entre 100 y 200 m, conformando la base de los acantilados de la costa. Por encima del basamento la sucesión estratigráfica paleozoica yace en marcada discordancia angular. Cumplido el trabajo regresamos a Puerto Stanley y de allí esperamos el vuelo de LADE, para llegar nuevamente al continente. De inmediato nos dispusimos en los laboratorios del INGEIS y del Museo de La Plata al estudio, tratamiento y repositorio de las valiosas muestras de las Islas Malvinas. Acervo casi exclusivo que posee nuestro país, luego del esfuerzo realizado en la zona mencionada. En primer lugar se hicieron los cortes delgados de las rocas para su estudio petrográfico y luego sobre esta base se procedió a seleccionar las muestras para estudios geocro-

nológicos. Las posibilidades que teníamos en esos momentos eran de utilizar el método Rb-Sr que habíamos puesto a punto. Las rocas de composición básica no factibles de analizar por el método anterior (anfíbolitas, lamprófiros y diabasas) fueron procesadas para el método K-Ar bajo la dirección del Dr. Enrique Linares en el INGEIS y las rocas graníticas por Rb-Sr enteramente bajo nuestra responsabilidad. Las anfíbolitas aflorantes en el extremo norte de los afloramientos dieron edades sobre tres muestras, comprendidas entre los 1200 y 890 Ma, mientras que las doce muestras de roca total correspondientes a gneises tonalíticos-granodioríticos, granitos y filones granodioríticos, procesadas por Rb-Sr definieron una isócrona de 1000 Ma. Asimismo se efectuó la concentración de minerales de biotita de una muestra (IM 1) y luego procesada quedando incluida como el punto más elevado de la isócrona, confirmando el valor de la datación Rb-Sr por roca total y que el sistema geoquímico había permanecido cerrado desde la cristalización de la roca. El último evento ocurrido en el basamento de Cabo Meredith (Belgrano), lo constituye el emplaza-

miento de diques de lamprófiros que por K-Ar registraron las edades de c. 500 Ma.

Aparte de las rocas ígneas del basamento, fue analizada una muestra de las rocas que intruyen a la cobertura sedimentaria de las Islas. La edad por K-Ar fue de 192 Ma, evento vinculado a la apertura del Océano Índico y podrían correlacionarse con las presentes en Sudáfrica y Antártida. Con toda esta información decidimos que el trabajo fuera presentado en nuestro idioma en el Congreso Geológico Argentino realizado en Bahía Blanca en 1976, donde en el capítulo de 'consideraciones paleogeográficas' se vinculaban los novedosos datos obtenidos con otras regiones. De acuerdo con las reconstrucciones tectónicas previas al desmembramiento gondwánico, las Islas Malvinas, quedarían ubicadas en posición relativamente cercana a la faja de 1000 Ma conocida como 'Natal-Namaqualand' de Sudáfrica. Es de consignar que si bien el Congreso Geológico Argentino se realizó en 1976, la publicación del tomo correspondiente se editó varios años más tarde. El repositorio de la colección de muestras de rocas está pre-

servado en la División Geología del Museo de La Plata. Cabe destacar que en 1975 y ante nuestra sorpresa de que las rocas del basamento de Malvinas tenían aproximadamente 1000 millones de años, no comparables hasta ese momento con otras de áreas circundantes de Patagonia, contactamos al entonces Director del famoso *Bernard Price Institute of Geophysical Research, University of Witwatersrand, Johannesburg* (Sudáfrica) el Prof. L.O. Nicolaysen (creador del método de las isócronas por la metodología Rb-Sr). Nos agradeció mucho el contacto y nos expresó en una parte de su carta fechada en 1975: "*The geochronology research which you have carried out in the southern part of the Islas Malvinas, near Cape Meredith, is of very great importance. When these data are published, all workers interested in the precise reconstruction of Gondwanaland –and particularly workers interested in the region around the SE coast of South Africa, will find these data of the greatest importance*". Posteriormente al nuestro, varios trabajos geocronológicos fueron llevados a cabo con las rocas de Cabo Belgrano especialmente por el grupo del Dr. Robert J. Thomas, entonces en el *Council of Geosciences, Bellville*, de Sudáfrica. Con este autor hemos mantenido una fructífera correspondencia e intercambio de ideas, porque por diferentes métodos confirmaron (véase Thomas et al., 2000) los valores de edad que anteriormente habíamos logrado. En una de las cartas del Dr. Thomas fechada el 7 de Julio de 1997 expresa: "*In the paper, we are presenting SHRIMP zircon data, oldest gneisses 1118 Ma, granites 1090, 1070 and 1003 Ma. All Ar-Ar hornblendes, K-Ar muscovites are 1000 Ma. K-Ar from lamprophyre 550 Ma. In other words just about like you had it in 1976!!!*". Debo también expresar mi agradecimiento especial al Dr. Ian Dalziel (University of Texas at Aus-



Figura 5: Foto tomada por R. Varela en uno de los afloramientos del Paleozoico inferior de la zona cercana a Puerto Stanley (luego Puerto Argentino). Mi cámara Voigtlander me ayudó para tomar las diapositivas en color que centralizamos en Cabo Meredith (Belgrano).

tin, USA) referente científico para la evolución del arco de Scotia-Península Antártica, y sectores gondwánicos quien siempre cuando ha tenido que exponer en conferencias y actuando de revisor, ha mencionado y destacado nuestro trabajo geocronológico pionero en el basamento de las Islas y su importancia para la reconstrucción de Gondwana.

■ EL RETORNO AL MUSEO DE LA PLATA. ESTADIAS EN EL EXTERIOR

Ya en el año 1976, luego de haber publicado con Varela el trabajo de Malvinas y otro sobre diversas unidades de las sierras de Córdoba, decidí por no sentirme totalmente integrado a la forma de trabajar que había desarrollado el INGEIS, retornar al Museo de La Plata con una mayor dedicación, dejando con nostalgia para más adelante la temática de especialización. El Dr. A.J. Cuerva, era entonces Jefe de la División Geología y Titular de la Cátedra de Geología Histórica especialmente interesado en describir la presencia de graptolitos (fósiles guías) en zonas de la Precordillera. Planificamos diversas posibilidades de temas de trabajo pero sobresalía siempre todo lo vinculado al Paleozoico inferior de la Precordillera. Gestionamos convenios para el desarrollo de Hojas Geológicas (San Juan y Mogna) que cumplimos en el lapso estipulado de varios años por la Secretaría de Minería de la Nación y pedidos de subsidios ante CONICET. Esto nos permitió por otra parte dedicar tiempo a ciertos sectores con escaso o nulo conocimiento estratigráfico. Así seleccionamos la Sierra del Tontal en la Precordillera Occidental de San Juan y la Sierra de la Punilla en la provincia de La Rioja. Paralelamente realizaba frecuentes viajes a los laboratorios de San Pablo Brasil, con el objeto de proceder a la datación de rocas por diversos métodos. Uno de ellos fue en 1979 cuando

pude acceder a una beca de intercambio del CONICET para realizar tareas de investigación en el Centro de Pesquisas Geocronológicas de San Pablo, Brasil, bajo la dirección del Prof. Umberto Cordani, quien era su director. Entre otras, pude procesar por K-Ar (con la colaboración de K. Kawashita) varias muestras que me había entregado el Dr. Víctor Ramos de una campaña que había realizado en el Aconagua. Es decir que continuaba con la energía puesta en continuar con el tema geocronológico como apoyo a los trabajos de levantamientos de campo. En uno de los viajes mencionados pude contactarme con el Dr. Michel Bonhomme (Strasbourg, Francia) quien realizaba trabajos en Brasil sobre datación de rocas sedimentarias y su aplicación en la industria petrolera, que me llamaron la atención y me pareció que tendría mucho potencial para aplicar en Argentina. Con apoyo del CONICET pude lograr fondos para realizar trabajos de investigación durante seis meses en el *Centre de Sedimentologie et Geochimie de la Surface* de la *Université L. Pasteur, Strasbourg*, Francia, bajo la dirección del Dr. Michel G. Bonhomme y Dr. Norbert Clauer (1981-82). Este centro tenía una amplia experiencia en arcillas por los trabajos pioneros del Prof. J. Millot, quien era su director. Pude procesar aquí muestras de las secuencias neoproterozoicas de Tandilia y de Uruguay, cuya colección habíamos realizado en diversas campañas. Aquí pudimos concretar varias publicaciones con Bonhomme sobre rocas sedimentarias (fracciones finas) del entonces Grupo La Tinta, Fm. Punta Mogotes y de varias secuencias de la zona de Minas de Uruguay. Mi regreso de este viaje fue traumático, tenía pasaje de regreso con *British Airways* y justo el 2 de abril 1982 me encuentro en el aeropuerto de Londres observando los diarios locales con títulos catástrofes como '*Falklands War*'. Luego

pude enterarme que había ocurrido la invasión en Malvinas...y tuve que regresar finalmente vía Río de Janeiro.

Otra estadía importante para mi formación geológica fue la visita a la *Precambrian Research Unit, University of Cape Town, South Africa*, donde previamente había realizado una prolongada estadía el colega y amigo L. Dalla Salda. Allí hacia 1982-83 pude conocer buena parte del *Cape Fold Belt* y algo de la cuenca de Karoo que tanto me interesaban por su comparación con nuestra Sierra de la Ventana. Los Profs. Pieter Joubert (director de la unidad), Chris Hartnady y Robert Newton fueron los encargados de guiarme en los viajes de campo, donde inclusive pude muestrear varias unidades sedimentarias para intentar la datación con M. Bonhomme. Eran épocas del '*apartheid*' con lo cual fue una experiencia extraña en todos los aspectos humanos. De esta visita surgió que el Dr. Robert Newton, especialista en geología estructural, viniera a Argentina e hiciéramos una campaña conjunta en Sierra de la Ventana, de la cual hicimos una publicación de síntesis comparativa. Otro hecho importante en mi permanente búsqueda de continuar los trabajos geocronológicos, fue que por intermedio del convenio de intercambio CONICET-Royal Society (Londres) realizamos conjuntamente con el Dr. C.W. Rapela, una estadía en el *Natural Environment Research Council, Isotope Geology Centre*, bajo la dirección del apreciado colega Dr. Robert Pankhurst en 1989. Aquí fueron analizadas muestras de diversos sectores del Macizo Nordpatagónico. Logré también mediante el convenio de intercambio de Profesores entre la UNLP y la *U. de São Paulo*, Brasil, ser seleccionado por concurso para desarrollar nuevamente tareas de investigación en el Centro de Pesquisas Geocronológicas, en

ese momento bajo la dirección del Prof. Koji Kawashita en 1992. Debo dejar constancia de mi reconocimiento al Prof. Kawashita por todo lo que me ha enseñado durante los diversos viajes a Brasil o inclusive en sus estadías en Argentina.

■ LA CREACIÓN DEL CIG Y MONTAJE DE UN NUEVO LABORATORIO

Como en parte fuera explicado anteriormente, en 1980 siendo Decano de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo el Dr. Jorge Kilmurray, decidimos con L. Dalla Salda, C. Rapela, L. Spalletti, M. Mazzoni, M. Iñiguez, J.C. Merodio, proponer la creación del Centro de Investigaciones Geológicas. Fue entonces aprobada por la UNLP la iniciativa del CIG, en el cual me desempeñé como Director (1980-82) y luego como Sub-Director (1984-97) en sus primeras etapas. La idea fue crear un 'instituto' de mayor jerarquía de manera que pudiéramos conseguir apoyo institucional. Su funcionamiento fue primero en el Museo de La Plata para luego ocupar la sede actual en calle 1 n. 644. Aquí era vital poder realizar la preparación de muestras por el método Rb-Sr, desde la trituración gruesa y fina de rocas, luego la separación de minerales y preparación química en ambiente limpio. Esto que constituían los pasos previos (como laboratorio intermedio) a los análisis en el espectrómetro de masas, fue algo que encaramos a partir de 1984 en el CIG por tercera vez (antes en CIC Prov. Bs. Aires, luego en INGEIS) con el Dr. Varela. En el CIG también la Dra. A.M. Sato cuando se trasladó a La Plata fue activa colaboradora. Esta decisión que nos llevaría bastante tiempo y esfuerzo fue un paso importante para poder continuar con la línea de investigación geocronológica primero con el método Rb-Sr, luego habiendo conseguido estándares

y *spikes* se pudo ampliar a Sm-Nd. Con convenios y subsidios se llegó a conseguir la adquisición y montaje del equipamiento necesario. En el espacio dedicado a la separación de minerales, llegamos a tener la posibilidad de concentrar minerales como los circones que iban a permitirnos desarrollar otras líneas investigativas por U-Pb. La falta del equipamiento pesado (espectrómetro de masas, LA-ICP-MS) para los análisis isotópicos finales, la hemos podido suplir a través de los convenios de cooperación con diversos grupos de Brasil esencialmente.

■ LINEAS DE INVESTIGACIÓN DESARROLLADAS

En definitiva, la actividad con mayor dedicación en la UNLP me permitió desarrollar varias líneas de investigación con colegas amigos del CIG y con el grupo de la División Geología del Museo de La Plata. Debo aclarar que si bien había líneas de investigación preferidas por la especialización, finalmente la decisión de optar por un camino u otro estaba vinculada a la posibilidad de conseguir los fondos suficientes para los trabajos de campo, laboratorio y gabinete.

- **Los estudios tectono-estratigráficos.** Desde aquellas primeras participaciones en los trabajos de campo con Borrello y colaboradores, especialmente en las secuencias de la Formación Balcarce de la Prov. Buenos Aires (icnofósiles) y en el Cámbrico de la Precordillera sanjuanina, he mantenido la línea de estudios en diversas zonas del territorio argentino, especialmente Precordillera, Macizo Norpatagónico, Tandilia, Ventania, Bloque de San Rafael. También he participado en problemas de correlación y evolución entre Gondwana y Laurentia, durante el Precámbrico superior y el Paleozoico inferior. Con el Dr. Cuer-

da hemos concretado descubrimientos de secciones fosilíferas que han sido motivo de diversos trabajos en colaboración. Se destaca la ampliación del conocimiento del Cámbrico de Precordillera, con descubrimientos en la Sierra del Tontal, cuyo relevamiento y estudio fue realizado por el grupo de investigación de la División Geología. El descubrimiento de 'K-bentonitas' como registro de un volcanismo explosivo en las secciones del Ordovícico calcáreo y silicoclástico, nos ha permitido desarrollar proyectos de cooperación internacional (NSF y CONICET) por su posible correlación con otros continentes. Este tema fue iniciado en 1994, con la participación de los Dres. Warren Huff (*University of Cincinnati*), Stig Bergstrom (*Ohio State University*) y Dennis Kolata (*Illinois Geol. Survey*). Publicamos los resultados en diversos eventos y revistas internacionales, habiendo alcanzado importante repercusión. Tuve el placer de conocer y hacer varios viajes de campaña en Tandilia con el destacado Prof. Dr. Adolf Seilacher (Tubingen, Alemania), interesado en la icnoestratigrafía de la Fm. Balcarce. Luego comenzamos a desarrollar la línea vinculada a la composición, procedencia y ambiente tectónico de las unidades clásticas del Precámbrico superior y Paleozoico inferior del denominado terreno Precordillera. Aquí utilizamos varias metodologías para arribar a resultados novedosos para la Precordillera y Bloque de San Rafael. Debo mencionar también los trabajos en el Paleozoico medio de la Sierra de la Punilla en el extremo norte de la Precordillera, que han permitido ampliar el conocimiento bioestratigráfico de esta región, con participación incluso de paleobotánicos argentinos y especialistas del exterior como la Dra. Dianne Edwards, con quien también se ha desarrollado un proyecto internacional.

- **Las investigaciones geocronológicas y la relevancia de los circones.** Como ya fuera comentado al inicio de la carrera de investigador se realizaron investigaciones en el basamento de las Sierras Australes (Ventania) de la Prov. Bs. As. Posteriormente en el Precámbrico y Paleozoico inferior de Sierras Pampeanas

de Córdoba e Islas Malvinas. Luego siguieron varios trabajos sobre esta disciplina, en colaboración estrecha con el *CPGeo de São Paulo*, Brasil y en los últimos años con la *Universidade Federal do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre, Brasil. El avance de los conocimientos sobre geología isotópica y el desarrollo tecnológico,

ha permitido ampliar los estudios de datación por U-Pb sobre la base de minerales como los circones (silicato de zirconio) que se encuentran como accesorios (Fig. 6) en casi todas las rocas. Así en los últimos años hemos desarrollado una línea de investigación con una estrecha colaboración con Dr. Farid Chemale Jr. y Dr. Leo Hártmann (Porto Alegre, Brasil), Dr. Miguel Angelo Basei (*Universidade de São Paulo*, Brasil), Dr. Moacir B. Macambira (*Universidade do Pará*, Belem, Brasil).

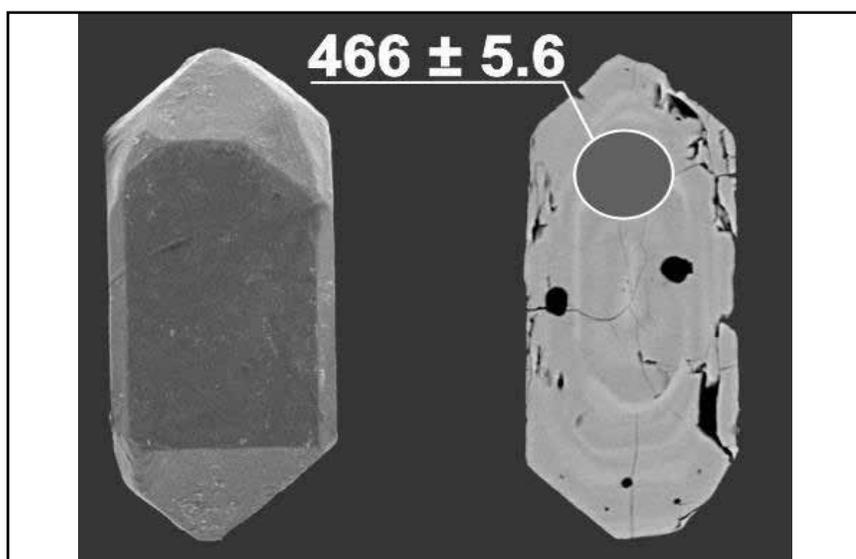


Figura 6: Fotografías de microscopio electrónico (izq.) y de catodoluminiscencia (der.) de un grano de circón de 466 millones de años, correspondiente al trabajo (Uriz et al., 2011) realizado sobre la Fm Sierra Grande (Prov. Río Negro). Resulta fascinante analizar la información que se puede extraer de un circón, que conserva como una verdadera 'caja negra' datos de la historia terrestre.

Luego iniciamos un proyecto sobre la evolución cortical de la región norpatagónica durante el Precámbrico y Paleozoico inferior, como cooperación entre CNPq (Brasil) y CONICET (Argentina). Participaron los Dres. B. Brito Neves, M. Basei, W. Teixeira (São Paulo, Brasil) y R. Varela. Este proyecto ha permitido mantener activo el laboratorio de datación del CIG, con la utilización de espectrómetros del *Centro de Pesquisas Geocronológicas de São Paulo*. (Fig. 7a y b) Se han concretado numerosos datos Rb-Sr, algunos por Sm-Nd y también varios por la metodología U-Pb en circones.



Figura 7: En **a.** foto reciente (2015) con el Prof. Dr. Umberto Cordani en los laboratorios de la *Universidade de São Paulo*. En **b.** durante las sesiones al conmemorarse los 45 años del *Centro de Pesquisas Geocronológicas de São Paulo*, Brasil. De izquierda a derecha, el autor, F. Hervé, M. Macambira, Prof. Fernando F. Marques de Almeida y dos colaboradores suyos, y V. Ramos. El Prof. Almeida es autor de las primeras síntesis de la evolución de la plataforma sudamericana y maestro de las generaciones modernas de geólogos de Brasil.

- **Correlación tectono-estratigráfica del basamento del Cratón del Río de la Plata (Tandilia) y Piedra Alta (Uruguay).** Luego de varios viajes de campaña resolvimos iniciar la posibilidad de un convenio CONICET con la Universidad de la República, Montevideo, Uruguay y la *Universidade Federal do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre, Brasil. Participaron aquí los Dres. Jorge Bossi, Nestor Campal y Daniel Piñeyro (Univ. República), Dr. L.A. Hartmann y Dr. J. O. Santos (UFRGS, Brasil) y Dres. C. Cingolani, L. Dalla Salda y R. Varela (UNLP). Se han concretado mediante esta cooperación numerosos datos radimétricos Rb-Sr, para la corteza antigua del terreno Piedra Alta, Uruguay y datos U-Pb SHRIMP para rocas de Tandilia. Ello permitió la publicación de resultados sobre la evolución de la corteza precámbrica del Cratón del Río de la Plata, sectores de Tandilia y Piedra Alta. También esta cooperación me permitió llegar a tener una amistad con los colegas uruguayos mencionados que perdura hasta ahora, efectuando los últimos trabajos sobre la relevante zona de cizalla de Colonia.

- **El proyecto CON-CON.** Llamamos así al proyecto de cooperación altamente fructífero entre el CONICYT de Chile y el CONICET de Argentina, realizado entre 1988-1990. La idea del programa científico era el reconocimiento de unidades de ambos países en recorridos de campo tipo 'transectas'. Participaron por Chile los Dres. Francisco Hervé, Miguel A. Parada y Francisco Muni- zaga, mientras de la contraparte argentina los Dres. C.W. Rapela, L.H. Dalla Salda y el suscripto. Destaco esta actividad porque nos permitió tener un panorama geológico más completo de diversos sectores pata- gónicos a ambos lados de la cordi- llera. En las campañas también ha participado como invitado el Dr. R. Pankhurst de Gran Bretaña. Este pro-

yecto conjunto me permitió llegar a una amistad duradera con los cole- gas mencionados, que se renueva vivamente en cada evento, reunión, o congreso donde nos encontramos.

- **El manto litosférico de la pa- tagonia.** Fue un Proyecto aproba- do por el *Consiglio Nazionale de la Ricerche* (CNR, Italia) y CONICET iniciado en 1995, con la participa- ción de los Dres. Giorgio Rivalenti (Univ. Modena) y Riccardo Vannuc- ci (Univ. Pavía). Luego se agregaron otros investigadores italianos como M. Mazzucchelli y A. Zanetti. Fue muy importante para el conocimien- to del manto litosférico a través del hallazgo y estudio de xenolitos que fueron traídos a la superficie por ro- cas volcánicas. En estos estudios, ha participado con éxito el Dr. Gusta- vo W. Bertotto de la Universidad de La Pampa, quien concretara su tesis doctoral bajo mi dirección y conti- núa la especialización como miem- bro de la Carrera de Investigador del CONICET. Dos tesis doctorales fue- ron completadas con este proyecto y con su publicación en revistas in- ternacionales.

■ TAREAS DE GESTION EN PLA- NEAMIENTO, PROMOCION Y EJE- CUCIÓN CIENTÍFICA:

He dedicado buena parte de mi tiempo al desempeño de varias ta- reas en apoyo a instituciones las que puedo mencionar como sigue: Facultad de Ciencias Naturales y Museo UNLP, Decano Sustituto en ejercicio por licencia del Dr. J. Kil- murray (quien había sufrido un aten- tado en su casa). Fue el año dedica- do a conmemorar el centenario de la 'creación del Museo provincial por F.P. Moreno' base del Museo de La Plata. Presidente del Consejo Superior Profesional de Geología 1978-1980. Director del Centro de Investigaciones Geológicas (CIG) 1980-1983, luego Sub-Director has-

ta 1997. Vicepresidente desde 1981- 1985 y Presidente de la Asociación Geológica Argentina, 1985-1987. Secretario Científico del Comité Ar- gentino Programa Internacional de Correlación Geológica (CAPICG) 1985-1989. Coordinador Sudame- ricano y Argentino del Programa Internacional de Geotransectas (CA- PLI), 1982-1989. Vicepresidente del Comité Argentino de Estratigrafía de la Asociación Geológica Argentina, 1992. *Co-convener* (junto con I. Dalziel, P. Palmer y L. Dalla Salda) de la PENROSE CONFERENCE "*The Argentine Precordillera: a Laurentian Terrane?*", con el auspicio de la *Geological Society of America*. San Juan, Argentina, 1995. Co-Coordi- nador regional para la confección del *Geodynamic map of Gondwana supercontinent assembly*, Proyec- to IGCP 288., 1996-98. Coordina- dor del II Simposio Sudamericano de Geología Isotópica (II SSAGI), V. Carlos Paz, Córdoba, 1999. De- signado por el 31º Congreso Geo- lógico Internacional, Coordinador de la región Sur de Sudamérica, del libro: *Tectonic Evolution of South America*. Designado Miembro de la Comisión de la Carta Geológica de la República Argentina, Servicio Geológico-Minero Argentino (SE- GEMAR). Director del Centro Re- gional La Plata (CERLAP) 1997-99. Designado por el CONICET como Presidente de la Comisión Asesora Regional Bonaerense, 1996-1997. Asesor de la Comisión de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Di- putados (1992-94). Miembro de la Comisión de Trabajo en Ciencias Exactas y Naturales (no biológicas) de la SECYT, 1997 y 1998. Coordi- nador y Miembro de la Comisión Ad Hoc de Evaluaciones y Promociones del CONICET, 1999-2001. Miembro del Directorio del CONICET, desde 1 de Junio de 1994 al 7 de Junio de 1995. Presidente del Comité Argen- tino Programa Internacional de Co- rrelación Geológica (CAPICG) des-



Figura 8: Grupo de alumnos que participaron en el viaje de campaña de la asignatura Geología Histórica frente a la Quebrada de los Horcones con vista al Aconcagua en 1999, son ahora profesores, investigadores o profesionales destacados.

de 1999 hasta 2004. Miembro de la Comisión Directiva de la Asociación Geológica Argentina, 2001-2003. Presidente del Comité Científico del XV Congreso Geológico Argentino, 2001-2002. Miembro del Comité Científico del XVI Congreso Geológico Argentino, 2004-2005. Designado por CONICET como Miembro de la Comisión Asesora de Ciencias de la Tierra, Agua y Atmósfera 2005-2007. Miembro del Tribunal de Ética del Consejo Superior Profesional de Geología, 2004 hasta 2008. Subjefe y luego Jefe de la División Geología del Museo La Plata, 1996 hasta la actualidad. Como labor institucional se incluye archivo de colecciones, biblioteca y mapoteca especializada, fichero de obras argentinas. Se ha brindado apoyo a la sala de exhibición del Museo La Plata, correspondiente a Universo, Sistema Solar, Tierra, Tectónica Global.

■ DOCENCIA UNIVERSITARIA:

He realizado toda la carrera docente en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata, desde Ayudante Alumno por concurso, hasta Profesor Adjunto, Asociado y Titular

(desde 1998) en la Cátedra de Geología Histórica y Titular (*ad honorem*) en la Cátedra de Geotectónica desde 1980 hasta 2005, como materia optativa de postgrado. Además fui invitado por varias Universidades para el dictado de clases o temas especiales. Asimismo me he desempeñado como Profesor Titular (interino) en la Universidad Nacional de la Patagonia, entre 1975 y 1976, viajando a Comodoro Rivadavia, para dictar clases de Geología Histórica en la recién creada carrera de Geología de esta localidad. Una tarea importante de la docencia universitaria, fue la organización y ejecución de los viajes de campo con alumnos, donde prácticamente todos los años he formado parte activa con los cursos de la materia Geología Histórica y a veces inclusive de Geotectónica también, (Fig. 8) donde con apoyo de colegas chilenos llegamos hasta Puerto Los Vilos y alrededores en un viaje 'coast to coast' como lo llamábamos en tono de broma.

■ DIRECCIÓN DE BECARIOS, TESIS Y PROFESIONALES TÉCNICOS:

Los primeros becarios bajo mi

dirección fueron pertenecientes a la CIC de la Provincia de Buenos Aires. Así las Licenciadas Marta Alfaro y Graciela Regalía, hicieron sus trabajos en Ventania y Tandilia respectivamente. Lamentablemente por diversas razones de trabajo, no llegaron a completar sus tesis doctorales en la UNLP, pero alcanzaron a publicar los resultados en diversas revistas y congresos. Otros colegas trabajaron bajo mi dirección por lapsos breves y también por razones laborales, decidieron continuar su carrera en la actividad privada, empresas u otras instituciones recibiendo un sueldo mejor que el de becario y con estabilidad laboral. Luego tuvimos un período con la posibilidad que varios obtuvieran becas de CONICET, de universidades del exterior y de la ANPCYT, para realizar sus tesis doctorales como Dr. Walter Kury, *Universität München*, Alemania. "*Sedimentologische Untersuchung der Formation Villavencio, Prakordillere von Mendoza, Argentinien*", aprobada con "*Magna cum laude*" en 1994; Dr. Gustavo Walter Bertotto en 2003 sobre "Evolución geológica y petrológica de los conos basálticos cenozoicos portadores de xenolitos ultramáficos del margen oriental de

la zona de *back-arc*, Mendoza-La Pampa" y la del Dr. Maximiliano Naipauer sobre "Análisis de la procedencia sedimentaria del Grupo Caucete (Sierras Pampeanas Occidentales) y su comparación con unidades cámbricas de la Precordillera" en 2007, ambas con máxima calificación en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP, esta última con la codirección de la Dra. G. Vujovich; Dra. Paulina Abre sobre "*Provenance of Ordovician to Silurian clastic rocks of the Argentinean Precordillera and its geotectonic implications*" en 2007, PhD Thesis en la *Faculty of Science of the University of Johannesburg, South Africa*; Dra. Paula Frigerio sobre "Estudio estratigráfico, de procedencia sedimentaria y ambiente tectónico del Paleozoico inferior del extremo norte de la Precordillera (Provincia de La Rioja)" en 2013 y del Dr. Norberto Javier Uriz en 2014 sobre "Análisis de la procedencia e historia tectónica del Paleozoico inferior sedimentario del sector oriental del Macizo Norpatagónico: Correlaciones e implicancias paleogeográficas" en codirección con Dr. Moacir Macambira (*Univ. do Pará, Belem, Brasil*), estas últimas también con máxima calificación en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP. En estos momentos cinco tesis y becarios están trabajando con diversos temas en sus tesis en la UNLP. Además de haber dirigido en su momento a varios Trabajos de Licenciatura inclusive algunos alcanzaron a publicar resultados en la Revista de la Asociación Geológica Argentina. Por otra parte he tenido la responsabilidad de dirigir personal de apoyo profesionales y técnicos dependientes de CONICET, UNLP o CIC.

■ PREMIOS Y DISTINCIONES

Noticias agradables me han lle-

gado comunicándome que me fuera dedicado el fósil (braquiópodo) *Azurduya cingolani* sp.nov. (Cisterna, G. e Isaacson, P.E., 2003; o que por los hallazgos realizados fuera dedicado el nombre específico del graptolito: *Pseudoclimacograptus cingolani* sp.nov., por Rickards *et al.* 1996. Fui designado Miembro Honorario de la Asociación Geológica Argentina (2004); Diploma al Mérito 'por su contribución a la investigación geocronológica' del VI *South American Symposium on Isotope Geology*, 2008; Premio "Franco Pastore 2011" A la Investigación Científica, de la Asociación Geológica Argentina; Diploma de reconocimiento del Consejo Superior Profesional de Geología 'por permanente y valioso aporte al desarrollo de la actividad geológica, 2013'; designado Padrino de Promoción por parte de los alumnos de las carreras de Geología, Geoquímica y Paleontología en más de siete oportunidades. El más reciente reconocimiento fue el Premio Konex: Diploma al Mérito, Ciencias de la Tierra, 2013.

■ SÍNTESIS DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA:

Autor o co-autor de más de 200 trabajos científicos, con referato, tanto en revistas nacionales como extranjeras y congresos. Las revistas más importantes han sido *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, *Latin-American Journal of Sedimentology and Basin Analysis*, Revista Correlación Geológica, Revista Geológica de Chile, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, *Journal of South American Earth Sciences*, *Gondwana Research*, *International Geology Review*, *Geology*, *Episodes*, *Ameghiniana*, *Société Géologique de Belgique*, Revista Asociación Geológica Argentina, *Earth Sciences Review*, *Precambrian Research*, *Journal of the Geological Society of London*, *Sedimentary Geology*, *Revista Brasileira de Geociencias*, *Journal of Petrology*, *Review of Palaeobotany and Palynology*, *International Journal of Earth Sciences* (ex *Geologische Rundschau*). En capítulos de libros o ediciones especiales puedo



Figura 9: En la Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de Buenos Aires (2012) durante la conferencia que el autor dictara sobre Alfred Wegener al cumplirse el centenario de su propuesta mobilística. De izquierda a derecha Dr. Sebastián Apesteguía (ex alumno de la FCNyM-UNLP), el suscripto y el Dr. Héctor A. Leanza.

mencionar más de 25 publicaciones en *Geological Society of London (Special Publication)*, *Tectonic Evolution of South America*, Geología Argentina, Simposio Paleozoico Inferior de Ibero-América, Sitios de Interés Geológico (SEGEMAR), Geología del pre-Devónico del Uruguay, Relatorios Congresos Geológicos, entre otros. Como trabajos completos en congresos y reuniones he publicado (y expuesto en forma oral o poster) más de 150 presentaciones. Trabajos de divulgación científica y *abstracts* (resúmenes breves) publicados, suman aproximadamente 150, donde se incluyen artículos completos publicados en revistas de divulgación como Norte Geológico, Revista Museo, La Plata; RAGA, otros). Como memorias técnicas, trabajos inéditos, puedo mencionar alrededor de diez. Se destaca parte de la Tesis Doctoral (1970, 200 pp.). Asimismo el suscripto es co-autor de la Descripción de la Hoja Geológica 21 c San Juan, que ha permanecido inédita en Secretaria de Minería de la Nación (1984-88). Desde 1969

he realizado diversos relevamientos regionales, participando en la confección de cartas y mapas geológicos editados por la Secretaria de Minería de la Nación. También he sido invitado a realizar la compilación parcial de mapas geotectónicos y geodinámicos (véase Mapa Geotectónico, A. V. Borrello editor, 1973 y *The Geodynamic Map of Gondwana*, Unrug, W., edit., BRGM, 4 hojas, 19 col., 1996).

■ EPÍLOGO

Es evidente que la actividad científica desarrollada me ha gratificado plenamente; el tiempo que he dedicado a 'medirlo en las rocas' me ha pasado rápidamente, manteniendo siempre el espíritu de un estudiante, abierto a aprender algo nuevo y lograr permanente motivación. Toda tarea académica implica una interacción con varias personas e instituciones. Tuve siempre esa mentalidad de trabajar en grupo (quizás ya aprendida del rugby que practiqué durante años), sin egoísmos y

demostrando que de la interacción surgen las mejores ideas. Si bien lo que he presentado es 'mi visión' de los acontecimientos ocurridos, creo que es válido el esfuerzo para que no se pierdan algunos datos y fechas volcados en la reseña que pretende desentrañar tantos recuerdos. Otros aspectos más tristes o dolorosos, inclusive frustraciones, he preferido no recordar, pero el camino recorrido no siempre ha sido fácil. Los frecuentes cambios políticos e institucionales que lamentablemente ha sufrido el país, han dejado huella en nuestra actividad. Por ejemplo la falta de un laboratorio completo de geocronología en Argentina es todavía una deuda para cubrir en el futuro inmediato. Pero en el inventario de mi vida académica tengo la sensación que he sido gratificado con el conocimiento de nuestro territorio, conjuntamente con la participación de colegas amigos del CIG, de la División Geología del Museo de La Plata y de otras instituciones del país que no podría mencionar ahora. El haber formado parte de comisiones,



Figura 10: Hacia fines de 2014 nos reunimos en la División Geología del Museo de La Plata, con el grupo de colaboradores de la División y docentes de la cátedra de Geología Histórica. De izquierda a derecha, sentados Téc. Miguel Cricenti y Lic. Marta Alfaro; parados Lic. Andrea Bidone, Dr. Norberto Uriz, Téc. Mario Campaña, Dr. Leandro Pérez, Dr. Héctor Leanza, el autor, Lic. Ailen Borya, Lic. Arón Siccardi, y los pasantes-alumnos Jonathan Arnold, Griselda Valenti y Natalia Portillo.

juntas ejecutivas, jurado de concursos o de tesis doctorales, etc., me ha abierto la posibilidad de conocer y apreciar la calidad humana de destacados colegas veteranos y jóvenes argentinos y de otros países donde fui invitado. De la amistad y cariño de ellos me siento honrado. Creo ser finalmente un producto neto del Museo de La Plata (un ámbito formador de generaciones de científicos naturalistas dentro de la UNLP), donde desde mi vida de estudiante hasta la actualidad me ha fascinado su historia, su riqueza de colecciones, su actividad de extensión, su vida académica... Cuando me piden la colaboración para guiar o explicar algo a un grupo de estudiantes (muchas veces de escuelas primarias o secundarias) no dudo en hacerlo porque recuerdo las palabras de un profesor "los padres de estos alumnos son los que pagan mi sueldo con sus impuestos". La UNLP, CIC y luego el CONICET desde 1973 han sido las instituciones que me han permitido, con su apoyo tanto en la Docencia, Carrera de Investigador, como el aporte para el desarrollo de los trabajos, por lo que vaya mi reconocimiento, que también han sufrido los avatares de la vida política del país. Por ello espero que se comprenda que debe ser parte de una sana política de Estado de un país que quiera progresar tomando a la educación como herramienta principal: buenos científicos, buenos profesores, buenos maestros, buenos alumnos...

Un recuerdo cariñoso aquí para el amigo el Dr. Luis Dalla Salda, porque con él iniciamos la aventura del conocimiento geológico desde la escuela secundaria y continuamos luego en el CIG. Mi esposa María Adela Montalvo, que se desempeñara como Técnico de CONICET y UNLP, ha sido una formidable compañera, siempre dispuesta a ayu-

darme en mis tareas, por lo que su fallecimiento en 2013 ha sido un duro golpe de la vida. El haber sido invitado a realizar esta reseña por el Dr. Víctor Ramos, destacado geólogo sudamericano, hace que tenga una deuda de gratitud por la honrosa distinción. En representación de muchos colegas argentinos menciono a los Dres. Florencio Aceñolaza, Ricardo Varela, Eduardo Llambías, Héctor A. Leanza, Alberto Riccardi quienes siempre me demostraron su amistad perdurable. Agradezco a los Dres. Koji Kawashita, Miguel A. Basei, Jorge Bossi, Ian Dalziel, Giorgio Rivalenti, Stig Bergström, Francisco Hervé, su apreciada sapiencia brindada con cariño cuando emprendimos tareas en colaboración. A mis tesisistas y becarios (Fig. 10) les debo un recuerdo especial, quizás no lo notaron pero he aprendido mucho de ellos con el devenir de los trabajos.

Como lo expresaba el gran geólogo alemán Hans Cloos en su 'Diálogo con la Tierra', libro de divulgación que pude adquirir en 1964, "el hombre, es hijo de la Tierra y su corazón y su vida laten en ella y con ella, pues su cuerpo consta de las mismas materias que forman las montañas y valles entre los que vive. Este otro camino es el que une al artista con el Mundo. Quien entra en él, contempla la belleza y escucha la música de la Tierra". Creo que ahí me encuentro ahora y en el cenit de mi carrera, luego de haber tenido que estudiar dos paradigmas geológicos (geosinclinal y tectónica global), llegué a comprender algo sobre la formación de las montañas que tanto me interesaba desde temprana edad y de alguna manera tuve la satisfacción de haber 'escuchado acordes (*in tempo allegro*) de la dinámica del Planeta Tierra'.

■ ALGUNOS DE LOS TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO Y DE MÁS RECIENTE PUBLICACIÓN (por orden cronológico).

- Borrello, A.V., Cingolani, C.A. (1967). Observaciones geológicas en Killik-Aike, Norte de Río Gallegos, Provincia de Santa Cruz. *Revista Museo de La Plata., Nueva Serie, Sec. Geología* 4(40):33-40.
- Borrello, A.V., Cingolani, C.A., Varela, R. (1970). Clasificación de las molasas paleoídicas de la Provincia de La Rioja. *Anales Sociedad Científica Argentina CXCI*, entr. I-II:171-178.
- Cingolani, C.A. (1970). Estudio geológico de la zona de La Cortadera y adyacencias, Nordeste de Uspallata, Prov. de Mendoza. Tesis Doctoral en Fac. Cienc.Nat. y Museo, Univ.Nac. La Plata, 200 pp. Director: Dr. A.V.Borrello.
- Cingolani, C., Dalla Salda, L.H. (1971). Diques clásticos en el flysch de Lago Argentino, Provincia de Santa Cruz. *Anales Sociedad Científica Argentina CXCI*, entr. V-VI, 159-178.
- Cingolani, C., Deutsch, S. (1973). Ages Rubidium-Strontium des formations magmatiques de la Chaîne de la Ventana (Sierras Australes, Province de Buenos Aires, Argentine. *Société Geologique de Belgique (Liege)* 96 (fasc. II): 263-274.
- Cingolani, C.A., Varela R. (1976). Investigaciones geológicas y geocronológicas en el extremo sur de la Isla Gran Malвина, sector de Cabo Belgrano (Cabo Meredith), Islas Malvinas. *Sexto Congreso Geológico Argentino* 3:457-473, Bahía Blanca.

- Bonhomme, M., Cingolani, C. (1980). Mineralogía y geocronología Rb-Sr y K-Ar de fracciones finas de la "Formación La Tinta", Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista Asociación Geológica Argentina* 35:519-538.
- Cingolani, C., Bonhomme, M. (1982). Geochronology of La Tinta Upper Proterozoic Sedimentary rocks, Argentina. *Precambrian Research* 18: 119-132.
- Cingolani, C., Varela, R. (1975). Geocronología Rb-Sr de rocas ígneas y metamórficas de las Sierras Chica y Grande de Córdoba, República Argentina. 2º Congreso Ibero-Americano de Geología Económica 1: 9-35, Buenos Aires.
- Dalla Salda, L., Bossi, J., Cingolani, C. (1988). The Río de la Plata cratonic region of Southwestern Gondwanaland. *Episodes* 11: 263-269.
- Cingolani, C., Cuerda, A., Varela, R., Schauer, O. (1989). Geología de la Precordillera Occidental en la comarca de la Sierra del Tontal, Provincia de San Juan, República Argentina. *Revista Comunicaciones* 40: 39-56, Santiago de Chile.
- Spalletti, L., Cingolani, C., Varela, R., Cuerda, A.J. (1989). Sediment gravity flow deposits of an Ordovician deep-sea fan system (western Precordillera, Argentina). *Sedimentary Geology* 61:287-301.
- Cingolani, C.A., Newton, A.R. (1990). Aspectos estratigráficos y estructurales comparativos entre las secuencias siluro-devónicas de la Sierra de la Ventana (Argentina) y el Cinturón Plegado del Cabo (Sudáfrica). *Revista Técnica YPF* 11: 59-65, Bolivia.
- Dalla Salda, L.H., Cingolani, C., Varela, R. (1992). Early Paleozoic orogenic belt of the Andes in Southwestern South America: Result of Laurentia-Gondwana Collision? *Geology* 20:617-620.
- Dalla Salda, L.H., Dalziel, I.W., Cingolani, C., Varela, R. (1992). Did the Taconic Appalachians continue into Southern South America? *Geology* 20:1059-1062.
- Cingolani, C.A., Huff, W., Bergstrom, S., Kolata, D. (1997). Bentonitas potásicas ordovícicas en la Precordillera de San Juan: su significación tectomagmática. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 52: 339-354.
- Dalziel, I.W., Dalla Salda, L., Cingolani, C., Palmer, P. (1996). The Argentine Precordillera: A Laurentian Terrane? (Penrose Conference Report). *GSA Today* 6:16-18, Boulder.
- Huff, W., Davis, D., Berstrom, S., Krekeler, M., Kolata, D., Cingolani, C. (1997). A biostratigraphically well-constrained K-bentonite U-Pb zircon age of the lowermost Darrivilian Stage (Middle Ordovician) from the Argentine Precordillera. *Episodes* 20: 29-33.
- Hartmann, L.A., Santos, J.O.S., Cingolani, C.A., McNaughton, N.J. (2002). Two Paleoproterozoic Orogenies in the Evolution of the Tandilia Belt, Buenos Aires, as evidenced by Zircon U-Pb SHRIMP Geochronology. *International Geology Review* 44: 528-543.
- Cingolani, C.A., Manassero, M., Abre, P. (2003). Composition, provenance, and Tectonic Setting of Ordovician Siliciclastic rocks in the San Rafael Block: Southern extension of the Precordillera Crustal fragment, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 16: 91-106.
- Rapalini, A., Cingolani, C.A. (2003). First Late Ordovician Paleomagnetic Pole for the Cuyania (Precordillera) Terrane of Western Argentina: a microcontinent or a Laurentian Plateau?. *Gondwana Research* 7: 1089-1104.
- Varela, R. Basei, M.A., Cingolani, C. A., Siga Jr., O., Passarelli, C. (2005). El basamento cristalino de los Andes Norpatagónicos en Argentina: geocronología e interpretación tectónica. *Revista Geológica de Chile* 32: 167-187.
- Cingolani, C.A., Gaucher, C. (2005). Cuencas del Neoproterozoico-Cámbrico de Argentina y Uruguay. Introducción. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis* 12: 61-65.
- Bertotto, G.W., Cingolani, C.A., Bjerg, E. (2009). Geochemical variations in Cenozoic back-arc basalts at the border of Mendoza and La Pampa Provinces, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 28: 360-373.
- Naipauer, M., Vujovich, G., Cingolani, C., McClelland, W. (2010). Detrital zircon analysis from the Neoproterozoic-Cambrian sedimentary cover (Cuyania terrane), Sierra de Pie de Palo, Argentina: Evidence of a rift and passive margin system? *Journal of South American Earth Sciences* 29: 306-326.
- Uriz, N.J., Cingolani, C.A., Chemale, F., Macambira, M.B., Armstrong, R. (2011) Isotopic studies on detrital zircons of Silurian-Devonian siliciclastic sequences from Argentinean North Patagonia

- and Sierra de la Ventana regions. Comparative sedimentary provenance. *International Journal of Earth Sciences* 100: 571-589.
- Cingolani, C. (2011). The Tandilia System as a southern extension of the Río de la Plata craton: an overview. *International Journal of Earth Sciences (Geol. Rundschau)* 100: 221-242.
- Abre, P., Cingolani, C.A., Zimmermann, U., Cairncross, B., Chemale Jr., F. (2011). Provenance of Ordovician clastic sequences of the San Rafael Block (Central Argentina), with emphasis on the Ponón Trehué Formation. *Gondwana Research* 19: 275-290.
- Abre, P., Cingolani, C.A., Chemale Jr., F., Cairncross, B. (2011). Siliciclastic Ordovician to Silurian units of the Argentine Precordillera: constraints on provenance and tectonic setting. *Journal of South American Earth Sciences* 40:1-22.
- Cingolani, C.A., Uriz, N.J., Chemale Jr., F., Varela, R. (2012). Las rocas monzoníticas del sector oriental del plutón de Cacheuta, Precordillera Mendocina: características geoquímicas y edad U-Pb (LA-ICP-MS). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 69:195-206.

Recuperación de tecnologías ancestrales y sustentables en Jujuy

La vicuña como modelo de producción sustentable

Ciencia e historia se unen para preservar a la vicuña

**Cazando vicuñas anduve en los cerros
Heridas de bala se escaparon dos.**

**- No caces vicuñas con armas de fuego;
Coquena se enoja, - me dijo un pastor.**

**- ¿Por qué no pillarlas a la usanza vieja,
cercando la hoyada con hilo punzó ?**

**- ¿Para qué matarlas, si sólo codicias
para tus vestidos el fino vellón ?**

Juan Carlos Dávalos, Coquena

Lo primero es pedir permiso a la Pachamama. Porque a ella, en la cosmovisión andina, pertenecen las vicuñas que se extienden por el altiplano de Perú, Bolivia, Chile y Argentina. Una ceremonia ancestral, unida a la ciencia moderna, permite que comunidades y científicos argentinos exploten de manera sustentable un recurso de alto valor económico y social.

La vicuña es una especie silvestre de camélido sudamericano que habita en la puna. Hasta 1950-1960 estuvo en serio riesgo de extinción debido a la ausencia de planes de manejo y conservación. Desde la llegada de los españoles se comenzó con la caza y exportación de los cueros para la obtención de la fibra, que puede llegar a valer U\$600 por kilo, lo que llevó a la casi desaparición de estos animales. Por ese entonces, la población de vicuñas en América era cercana a los 4 millones de ejemplares, en 1950 no eran más de 10.000.

A fines de la década del 70 Argentina, Bolivia, Chile, Perú y Ecuador firmaron un Convenio para la conservación y manejo de la vicuña que permitió recuperar su población hasta contar en la actualidad con más de 76 mil ejemplares en nuestro país.

En Santa Catalina, Jujuy, a 3.800 metros sobre el nivel del mar, investigadores de CONICET, junto a comunidades y productores locales, han logrado recuperar una tecnología prehispánica sustentable para la obtención de la fibra de vicuña. Se trata de una ceremonia ancestral y captura mediante la cual se arrean y esquilan las vicuñas silvestres para obtener su fibra. Se denomina chaku y se realizaba en la región antes de la llegada de los conquistadores españoles. Según Bibiana Vilá, investigadora independiente de CONICET y directora del grupo Vicuñas, Camélidos y Ambiente (VICAM) *“Hoy podemos pensar en volver a hacer ese chaku prehispánico sumado a técnicas que los científicos aportamos para que las vicuñas pasen por toda esa situación sufriendo el menor stress posible. Las vicuñas vuelven a la naturaleza, la fibra queda en la comunidad, y nosotros tomamos un montón de datos científicos.”*

El chaku

El chaku es una práctica ritual y productiva para la esquila de las vicuñas. Durante el imperio inca, las cacerías reales o chaku eran planificadas por el inca en persona. En esta ceremonia se esquilaba a las vicuñas y se las liberaba nuevamente a la vida silvestre. La fibra obtenida era utilizada para la confección de prendas de la elite y su obtención estaba regulada por mecanismos políticos, sociales, religiosos y culturales. Se trata de un claro ejemplo de uso sustentable de un recurso natural. Hugo Jacobaccio, zoológico e investigador principal de CONICET, explica que *“actualmente el chaku concentra hasta 80 personas, pero durante el imperio inca participaban de a miles. Hoy las comunidades venden esa fibra a acopiadores textiles y obtienen un ingreso que complementa su actividad económica principal, el pastoreo de llamas y ovejas”*.

El proceso comienza con la reunión de todos los participantes, luego toman una soga con cintas de colores reunidos en semicírculo y arrean lentamente a las vicuñas guiándolas hacia un embudo de red de 1 km de largo que desemboca en un corral. Cuando los animales están calmados se los esquila manipulándolos con sumo cuidado para reducir el stress y se los libera. Hoy, 1500 años después del primer registro que se tiene de esta ceremonia, la ciencia argentina suma como valor agregado: el bienestar animal y la investigación científica. En tiempo del imperio Inca, el chaku se realizaba cada cuatro años, actualmente se realiza anualmente sin esquilarse a los mismos animales *“se van rotando las zonas de captura para que los animales renueven la fibra”* explica Jacobaccio. Según Vilá *“es un proyecto que requiere mucho trabajo pero que demuestra que la sustentabilidad es posible, tenemos un animal vivo al cual esquilamos y al cual devolvemos vivo a la naturaleza. Tiene una cuestión asociada que es la sustentabilidad social ya que la fibra queda en la comunidad para el desarrollo económico de los pobladores locales.”*

Yanina Arzamendia, bióloga, investigadora asistente de CONICET y miembro del equipo de VICAM, explica que se

esquilan sólo ejemplares adultos, se las revisa, se toman datos científicos y se las devuelve a su hábitat natural. Además destaca la importancia de que el chaku se realice como una actividad comunitaria *“en este caso fue impulsada por una cooperativa de productores locales que tenían vicuñas en sus campos y querían comercializar la fibra. Además participaron miembros del pueblo originario, estudiantes universitarios y científicos de distintas disciplinas. Lo ideal es que estas experiencias con orientación productiva tengan una base científica.”*

Paradojas del éxito.

La recuperación de la población de vicuñas produjo cierto malestar entre productores ganaderos de la zona. Muchos empezaron a percibir a la vicuña como competencia para su ganado en un lugar donde las pasturas no son tan abundantes. En este aspecto el trabajo de los investigadores de CONICET fue fundamental, según Arzamendia *“el chaku trae un cambio de percepción que es ventajoso para las personas y para la conservación de la especie. Generalmente el productor ve a las vicuñas como otro herbívoro que compite con su ganado por el alimento y esto causa prejuicios. Hoy comienzan a ver que es un recurso valioso y ya evalúan tener más vicuñas que ovejas y llamas. Nuestro objetivo es desterrar esos mitos”,* concluye.

Pedro Navarro es el director de la Cooperativa Agroganadera de Santa Catalina y reconoce los temores que les produjo la recuperación de la especie: *“Hace 20 años nosotros teníamos diez, veinte vicuñas y era una fiesta verlas porque habían prácticamente desaparecido. En los últimos años se empezó a notar un incremento y más próximamente en el último tiempo ya ese incremento nos empezó a asustar porque en estas fincas tenemos ovejas y tenemos llamas”. Navarro identifica la resolución de estos problemas con el trabajo del grupo VICAM: “Yo creo que como me ha tocado a mí tener que ceder en parte y aprender de la vicuña y de VICAM, se puede contagiar al resto de la gente y que deje de ser el bicho malo que nos perjudica y poder ser una fuente más productiva.”*

La fibra de camélido

Además de camélidos silvestres como la vicuña o el guanaco, existen otros domesticados como la llama cuyo manejo es similar al ganado, para impulsar la producción de estos animales y su fibra, el Estado ha desarrollado dos instrumentos de fomento. En la actualidad se encuentran en evaluación varios proyectos para generar mejoras en el sector productor de fibra fina de camélidos que serán financiados por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Se trata de dos Fondos de Innovación Tecnológica Sectorial destinados a la agroindustria y al desarrollo social que otorgarán hasta \$35.000.000 y \$8.000.000 respectivamente. Los proyectos destinados a la Agroindustria son asociaciones entre empresas y organismos del sector público con el objetivo de mejorar la calidad de la fibra de camélido doméstico a partir del desarrollo de técnicas reproductivas, mejoramiento genético e innovaciones en el manejo de rebaños; incorporar valor a las fibras a partir de mejoras en la materia prima o el producto final; permitir la trazabilidad de los productos para lograr su ingreso en los mercados internacionales y fortalecer la cadena de proveedores y generar empleos calificados.

La convocatoria Desarrollo Social tiene como fin atender problemas sociales mediante la incorporación de innovación en acciones productivas, en organización social, en el desarrollo de tecnologías para mejorar la calidad de vida de manera sostenible y fomentar la inclusión social de todos los sectores. Otorgará hasta \$8.000.000 por proyecto que mejore las actividades del ciclo productivo de los camélidos domésticos, la obtención y/o el procesamiento de la fibra, el acopio, el diseño y el tejido, el fieltro y la confección de productos.

