

MEDIO SIGLO INVESTIGANDO EN LA “ZONA CRÍTICA”

Palabras clave: Geoquímica, meteorización, hidrología, sistemas fluviales, zona crítica, cambio climático, eventos extremos.
Keywords: Geochemistry, weathering, hydrology, fluvial systems, critical zone, climate change, extreme events.

■ Pedro José Depetris

Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (CICTERRA), CONICET – Universidad Nacional de Córdoba.

pdepetris@onenet.com.ar

“To exhibit the structure of an object is to mention its parts and ways in which they are inter-related” B. Russell, 1948

■ RESUMEN

Cordobés de nacimiento y, también, por adopción. Estuve lejos de Córdoba por algún tiempo, pero elegí volver a consumir en mi patria chica lo que deseaba hacer en mi vida. A los veintidós años y ya graduado como Geólogo, obtuve una beca *Fulbright* para la Universidad de California en San Diego (EE.UU.), desempeñando mis tareas en el *Scripps Institution of Oceanography* (La Jolla). Este hecho marcó fuertemente mi interés por la geoquímica de las cuencas hídricas y los procesos que acontecen en la superficie de nuestro planeta. Posteriormente y ya de regreso al país, ingresé a la Carrera del Investigador Científico y Tecnológico del CONICET en 1972, con veintinueve años de edad, poco después de haber defendido mi tesis doctoral en la Universidad Nacional de Córdoba. Luego de pasar por el

Instituto Nacional de Limnología (INALI, en Sto. Tome, Sta. Fe) y por el Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química (INTEC, Sta. Fe), en 1986 resolví volver con mi familia a mi ciudad natal. Allí comencé a congregar un grupo de investigación en geoquímica de la superficie, considerada la “zona crítica” del planeta, cuyos integrantes serían mis valorados discípulos. Con el correr del tiempo participé en la creación y en la dirección del CIGeS (Centro de Investigaciones Geoquímicas y de Procesos de la Superficie) y, *a posteriori*, del CICTERRA (Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra). En Diciembre de 2013, finalicé mi período de gestión en el CONICET, como Director del Centro Científico Tecnológico (CCT) CONICET- Córdoba. Ingresé en 1996 a la Academia Nacional de Ciencias como Académico Titular, desempeñándome sucesivamente desde el año 2000 como Prosecretario, Secretario y, actualmente, como Vicepresidente. En este largo camino desde mis jóvenes años hasta hoy, he recibido múltiples recono-

cimientos que llenaron de profunda emoción diversos y especiales momentos, y, habiendo ya pasado por el cenit de la vida, puedo coincidir con Pierre Termier (1859-1930), notable profesor en la Escuela de Minas de París al decir: “La geología merece ser estudiada en sí, porque es bella, porque planea entre las cimas, por encima de las edades. Contempla como la Tierra envejece, se arruga y adquiere nueva juventud...los geólogos forman parte de los felices de la Tierra...”

■ 1. MIS ANCESTROS

Esteban Depetris, mi abuelo paterno, molinero de oficio, fue un inmigrante italiano que llegó a nuestro país con las primeras oleadas de inmigrantes europeos que desembarcaron en estas tierras hacia fines del siglo XIX o principios del XX. Lo mismo ocurrió con la familia Ermacora (la de mi abuela paterna), Pairetti (la de mi abuela materna), y con mi propio abuelo materno, José Gallino. Todos ellos de origen piomontés. Mi abuelo José fue un per-

sonaje novelesco. Sirvió como *bersagliere* en la rebelión de los *Boxers*, en China, entre 1898 y 1900, entre otras curiosidades en su vida. Llegó por primera vez al puerto de Buenos Aires antes de que se desencadenara la I Guerra Mundial (cruento evento histórico que lo habría llevado nuevamente a la filas del Ejército Italiano). En ese sangriento conflicto los regimientos de *bersaglieri* que intervinieron tuvieron 83.000 bajas (un 40% de la fuerza), lo que permite suponer que mi historia personal habría sido muy probablemente otra si el abuelo no hubiese tomado en su momento, la decisión de cruzar el océano y venir a América.

Mi madre, Lydia Rosa Gallino Pairetti (1916-2014) hizo su formación escolar en Italia, ya que en la década de 1920 la familia se estableció en Torino (Italia). Mi abuelo llegó a tener una estrecha vinculación con el Vaticano, al punto que recibió del Papa Pío XI la distinción "*Pro Ecclesia et Pontifice*". La familia retornó a la Argentina unos años antes del estallido de la II Guerra Mundial.

Mi padre, Pedro Depetris Ermacora, miembro de una familia numerosa con muchos hermanos de ambos sexos, fue médico pediatra, desempeñándose como tal en el Hospital de Niños, en la Copa de Leche y en la práctica privada. Igualmente, ejerció la docencia universitaria y participó en la Sociedad de Biología de Córdoba como uno de sus fundadores. Había nacido en Devoto, en la Provincia de Córdoba, en 1903. Conoció a quien sería su esposa y mi madre en Santa Fe, en casa de amigos comunes. Se casaron en 1940; mi hermano mayor Rafael (médico psiquiatra) nació el 26 de Agosto de 1941 y yo el 4 de Octubre de 1943, ambos en la ciudad de Córdoba, donde estaban radicados y mi padre ejercía su profesión.

Poco después de mi nacimiento, mi padre contrajo un cáncer y falleció en Agosto de 1944, a la temprana edad de 40 años, cuando mi hermano tenía casi tres años y yo, apenas nueve meses de edad.

Esta penosa situación familiar llevó a mi joven madre de veintisiete años, a trasladarse a la ciudad de Santa Fe, donde vivían mis abuelos maternos, buscando su apoyo y contención. Mi abuelo Gallino, fuerte pilar de nuestra pequeña familia, hombre afectuoso, alegre y creativo, murió en 1951.

■ 2. LA VUELTA A CÓRDOBA

Siete años más tarde de la muerte de mi abuelo, al comenzar mi hermano sus estudios universitarios en la Facultad de Medicina de la Universidad Católica de Córdoba, nuestro grupo familiar, esta vez con mi abuela Lucía incorporada, volvió a radicarse en la ciudad de Córdoba. Mi educación secundaria iniciada en el Colegio Nacional "Simón de Iriondo" de la ciudad de Santa Fe, se completó en Córdoba en las Escuelas Pías de los sacerdotes escolapios, egresando como Bachiller en 1960.

La etapa universitaria comenzó con mi ingreso a la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEfYN) de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), en 1961, para estudiar Ciencias Geológicas. Poco o nada sabía yo de lo que era la Geología, ya que los programas secundarios vigentes incluían nociones de Biología, pero no contemplaban una formación en ésta por somera que fuese. Parece increíble que uno pueda crecer y formarse sin conocer formalmente cuál ha sido el origen del sistema solar, del planeta que habita, o su estructura básica. En medio de mi ignorancia e incertidumbre, hice algunas consultas antes de la inscripción, con universitarios

que suponía conocedores del tema, quienes me sugirieron distintos caminos posibles que, obviamente, no terminaron de conformarme. Un pequeño libro sobre los fundamentos de la Geología, que por azar cayó en mis manos, y una opinión que al final resultó determinante, me ayudaron definitivamente a clarificar el panorama. Fue Ricardo Luti Herbera (1924-2010), renombrado ecólogo y botánico cordobés, a la sazón profesor en la Universidad y en el Colegio Nacional de Monserrat, quien me aportó los elementos concluyentes. Ricardo, siempre recordado con entrañable afecto, se encargó eficazmente de ahuyentar mis prevenciones, haciendo pesar su formación de naturalista consumado y su convicción de que lo que se aborda con decisión, raramente conduce al fracaso. ¿Tuve esa determinación? No lo sé realmente, aunque sí estoy seguro de que le fui tomando el gusto a las ciencias de la Tierra a medida que avanzaba en los estudios.

■ 3. MIS AÑOS UNIVERSITARIOS: UNIVERSITAS CORDUBENSIS TUCUMANÆ

Los estudios de Geología, comenzados en 1961, estaban por ese entonces, enmarcados en un programa para la carrera de Geólogo vigente en la FCEfYN desde el año 1956. El plan constaba de 22 materias distribuidas en cinco años de estudio que culminaba con una tesina de grado (desarrollada dentro de lo que se denominaba Seminario I y II). Por aquellos años la carrera llevaba formalmente el nombre de Doctorado en Ciencias Geológicas por lo que se daba por sentado que existiría una tesis final que llevara al título de Doctor en Ciencias Geológicas. Quizás ésta sea al menos una de las razones por la cual se aprecia entre 1960 y 1970, un pronunciado máximo en la graduación de doctores en la carrera de Ciencias Geológicas de

la UNC.

Algunos profesores descollaron en el conjunto docente: Manuel Sáez, Juan Olsacher, Hebe Dina Gay, Armando Leanza, Mario Hünicken y Telasco García Castellanos, entre otros. Personalmente quiero destacar a Juan Bautista Vázquez, especialista en suelos, que en la carrera de Geología dictaba Geografía Física. Vázquez nos introdujo en el mundo de los procesos exógenos, los que acontecen en la intersección de la litosfera, la biosfera, la atmósfera y la hidrosfera y que ahora se conoce como “la zona crítica”. Muchos años después de haber dejado la UNC, pude vislumbrar que sus enseñanzas dejaron una huella en mí que resultó altamente significativa en mi carrera, porque ése fue el camino que elegí para introducirme en la ciencia.

¿A qué llamamos “zona crítica”?

Según el *National Research Council* (2001) de los EE.UU., es un ambiente heterogéneo y superficial, en la corteza superior del planeta, en el cual complejas interacciones químicas, físicas y biológicas que involucran rocas, suelos, agua, aire y organismos vivientes regulan el hábitat natural y determinan la disponibilidad de los recursos que sustentan la vida, tal como hoy la conocemos.

También quiero recordar aquí muy especialmente a Carlos Gordillo Maldonado, prestigioso petrolero riojano, tempranamente desaparecido, siempre recordado con afecto y respeto intelectual. Entre el microscopio petrográfico, cortes delgados de rocas ígneas y metamórficas, y diagramas fisicoquímicos, Carlos

Gordillo nos enseñó, además, a contemplar la ciencia con reverencia y a respetar su rigor.

Antes de finalizar la carrera universitaria, en el verano 1964-65, obtuve una beca del Gobierno Argentino y del Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo (o *UNDP*, por su designación inglesa) que consistía en trabajar de ayudante de campo en el plan de exploración de la Alta Cordillera de Mendoza y San Juan, conocido como el “Plan Cordillerano”. Este programa buscaba localizar proyectos viables de explotación mineral, contando para ello con geólogos argentinos de Fabricaciones Militares y expertos contratados internacionalmente por el *UNDP*. En esos tres meses del verano, obtuve una valiosísima experiencia sobre la vida en campaña, el quehacer de los geólogos en el campo y, quizás lo más importante, una noción sobre la tarea de gestión que debe afrontar un geólogo en el ejercicio de la profesión. Debo destacar que esa ponderable oportunidad la compartimos con Juan Carlos Caelles, amigo, compañero de estudio y colega de toda la vida, sobresaliente geólogo economista radicado en Canadá desde su juventud. Entre otros profesionales argentinos y extranjeros de nota, conocimos a Paul Eimon, destacado geólogo economista estadounidense, quien ya en aquel momento se perfilaba como una autoridad internacional en los *porphyry copper deposits*.

Antes de finalizar la carrera, nuestra promoción hizo un viaje de estudios a Chile. Allí visitamos la universidad en Santiago de Chile y sitios de interés geológico. Tomamos contacto con profesores y estudiantes chilenos (con Reynaldo Charrier, por ejemplo, si la memoria no me traiciona) con quienes se establecieron lazos que, en algunos casos, han perdurado o reverdecido

en el tiempo. Hace un par de años, por citar un caso, me reencontré (con inocultable satisfacción), con Francisco (Pancho) Hervé, a quien había conocido -según concluimos después de cavilar un rato- en aquella oportunidad, de nuestra lejana e inexperta juventud. También recuerdo de aquel viaje, una extraordinaria clase sobre turbiditas dada por Guido Cecioni en la playa, frente a los afloramientos, a la sazón profesor en la Universidad de Chile, luego de su frustrante paso por nuestro país.

En diciembre de 1965 rendí mis últimas materias y me recibí de Geólogo con un muy buen promedio, lo cual me otorgó el Premio Universidad. Juan Carlos Caelles obtuvo la Medalla de Oro de esa promoción. De esta manera, casi sin darme cuenta, había concluido una etapa en mi vida, y me proyecté a la siguiente que me estaba esperando con algunas sorpresas.

■ 4. EL INGRESO A LA INVESTIGACIÓN

Con el diploma de (inexperto) Geólogo en mi poder, recibí un par de ofertas de trabajo. Una provino, por supuesto, del Plan Cordillerano que, atendiendo a la experiencia que había acumulado en el verano precedente, me invitaba a incorporarme a su programa de exploración geológica de la Cordillera de los Andes centrales. La otra posibilidad laboral me llegó por intermedio de mi ex profesor, Juan Bautista Vázquez y consistía en iniciarme en la investigación científica en un instituto que el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - iniciado en 1958 y aún presidido por Bernardo Houssay - había establecido en Santo Tomé (Santa Fe) para el estudio integral de los cuerpos de agua continentales argentinos. Se trataba del Instituto Nacional de Limnología (INALI), fundado y

dirigido por Argentino Bonetto, con formación universitaria de geólogo pero investigador del CONICET dedicado a la hidrobiología. En poco tiempo cumplí con las entrevistas de rigor y finalmente opté por seguir el camino limnológico que me proponía el mencionado instituto. Esta decisión requiere de alguna explicación, porque el CONICET facilitaba el camino que yo quería recorrer y que voy a intentar esbozar a continuación.

En algún momento impreciso, durante los últimos tiempos universitarios, se estableció firmemente en mí la intención de hacer una experiencia académica en los EE.UU. Así fue que solicité y obtuve una Beca *Fulbright* para realizar una estadía en el *Scripps Institution of Oceanography (SIO)*, de La Jolla, en la Universidad de California en San Diego (EE.UU.). De acuerdo con los términos de esta extraordinaria alternativa, debía arribar a San Diego en Septiembre de 1966. Esta situación determinó que con alguna premura, nos casáramos con mi novia de siempre, Elizabeth Cristina Merino (conocida desde siempre como Perla por familia y amigos) en Agosto de ese año, y partiéramos en un Boeing 707 de Pan American que hacía su vuelo inaugural en la ruta Buenos Aires-Los Angeles.

Los algo más de dos años que pasamos en La Jolla alcanzaron una riqueza indescriptible. En lo personal, hicimos amistades entrañables que aún atesoramos, casi cincuenta años después, como Rafael y Yolanda Calvo. En el *SIO* tomé cursos que contribuyeron a consolidar mi formación curricular (débil en Ciencias Exactas, por cierto) y me integré al grupo que lideraba Edward (Ed) Goldberg (1921-2008). Ed fue un extraordinario geoquímico marino que obtuvo su BS en la Universidad de California en Berkeley y su Ph.D. en

la Universidad de Chicago, ambos en química. Toda su vida profesional la desarrolló en el *Scripps Institution of Oceanography (SIO)*, en la Universidad de California, San Diego (EE.UU.) y es recordado por sus innumerables y valiosos aportes científicos como, por ejemplo el método de datación de sedimentos mediante ^{210}Pb . Pero Ed sigue presente, sobre todo, por su diseño del "*Mussel Watch Program*", que proponía el monitoreo global de contaminantes marinos mediante el estudio de los mejillones azules (*Mytilus edulis*) que, como se sabe, por su condición de filtradores, naturalmente pueden concentrar sustancias tóxicas. Pero no fue ése el camino que yo tomé; por aquellos años Ronald Gibbs había concluido en el *SIO* su extraordinaria tesis sobre la geoquímica del Amazonas (Gibbs, 1967) y Ed, que lo había dirigido, guió entonces mi atención hacia el sistema hídrico del Plata y los grandes ríos del planeta. Desde ese punto de inflexión, ya no abandonaría más esta directriz dominante en mi evolución científica.

John Griffin, integrante del grupo de Goldberg, me inició en el empleo de la difracción de rayos X para estudiar la fracción texturalmente más fina (arcilla, o inferior a 2 μm de diámetro esférico equivalente) en los sedimentos suspendidos fluviales y, juntos, publicamos mi primer trabajo científico en una revista internacional (Depetris y Griffin, 1968). También participé en un programa de muestreo de polvo atmosférico, actividad que era pionera en ese momento y que, en años posteriores, alcanzó gran significación científica para interpretar cambios climáticos globales en el pasado geológico reciente.

■ 5. EL INTERVALO SANTAFESINO

Llegamos a Santa Fe y al INALI

hacia fines de 1968. La primera nos recibió con calor, humedad, mosquitos y dificultades de todo orden, propias de la reinserción; el segundo con la alternativa de iniciar una línea de trabajo, ahora con la experiencia y los conocimientos acumulados en La Jolla, pero con pocos medios. Perla estaba embarazada de nuestra primera hija, Mariana, que nació el 5 de Diciembre. Inicialmente, el Director del INALI me abonó un salario merced a un subsidio de CONICET. Vale decir que no tenía obra social ni aportes jubilatorios ni ayuda de ningún tipo, que no fuesen nuestros magros ahorros. Ese mes de Diciembre de 1968, después de saldar la cuenta de la clínica, nuestros recursos para sobrellevar el resto del mes quedaron prácticamente en cero. Así de complicadas estaban las cosas por aquel entonces. Sin embargo, con disciplina y austeridad había capacidad de recuperación. A mediados de 1969 logramos comprarnos un flamante Citroën 2 CV.

Formamos un equipo de trabajo con Edmundo Drago y Hetty Bertoldi de Pomar y comenzamos a realizar estudios limnológicos, sedimentológicos y mineralógicos en el valle del río Paraná medio y en otros cuerpos de agua argentinos. Trabajamos, por ejemplo, en el lago Mascardi (merced a un convenio amplio acordado entre el INALI y la recientemente establecida Fundación Bariloche) y en lagos cordobeses de embalse. En esa época llegó al INALI un difractómetro de rayos X Philips adquirido por el CONICET que abrió grandes posibilidades en el estudio mineralógico de sedimentos finos y, también, realizamos algunos tímidos intentos de desarrollar modelos empíricos en el Paraná, mediante el análisis de regresión múltiple "*stepwise*" que procesábamos con Jacinto Marchetti en una computadora IBM 1130 (la más cercana disponible) que funcionaba en Rosario. Cada tanto, recorriamos

los 150 km hasta Rosario en el 2 CV, a llevar nuestros paquetes de tarjetas perforadas.

El 25 de Febrero de 1970, catorce meses después del nacimiento de Mariana, llegó María Carolina, nuestra segunda hija. Las condiciones, sin embargo, ya eran mejores. Ese año, además de avanzar en mi bibliografía, terminé mi tesis doctoral ("El río Salado inferior de Santa Fe. Algunas características geoquímicas y sedimentológicas") que realicé bajo la dirección de Mario Teruggi (a "El Maestro" (persona de múltiples y variados intereses, de quien guardo un cordial recuerdo) y de Argentino Bonetto, Director del INALI. Teruggi estaba en la Universidad de La Plata, con quien me reunía muy esporádicamente a raíz de las obvias dificultades de todo orden que existían para el traslado, y Bonetto fue un codirector virtual en razón de su condición dominante de hidrobiólogo, de manera tal que mi trabajo se realizó prácticamente en soledad con todo lo que eso pueda significar.

En 1972 se concretó mi ingreso a la Carrera del Investigador Científico y Tecnológico del CONICET en una categoría (eran letras y números, por aquel entonces) que sería equivalente a la clase de Investigador Adjunto de la actualidad. Entre 1968 y 1975, publiqué varios trabajos en revistas nacionales (como la Revista de la Asociación Geológica Argentina y *Physis*) y de Brasil (*Boletim Paranaense de Geociencias* y *Anales de la Academia Brasileira de Ciencias*).

En 1973-74 la ebullición política que reinaba en el país llegó al INALI. Una proporción significativa del personal ocupó las instalaciones y demandó el desplazamiento del Director, quien fue finalmente reemplazado por la investigadora más antigua, Clarice Pignalberi, ictióloga.

En 1976 publiqué un trabajo sobre la geoquímica del río Paraná que corresponde destacar porque fue un primer análisis de su hidroquímica y se publicó en una revista internacional prestigiosa, alcanzando considerable difusión (Depetris, 1976).

Sintiendo que mi período en el INALI ya estaba cumplido y que era imprescindible imprimirle más dinamismo a mi carrera, buscando otros horizontes y otras alternativas, ese mismo año solicité al CONICET una modificación en mi lugar de trabajo, trasladándome al Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química (INTEC), en la ciudad de Santa Fe.

Dirigí allí mi primer trabajo de tesis, el Doctorado en Química de Argelia Lenardón, defendida en 1979. Aunque continué trabajando en temas básicos (Depetris, 1980), parte del trabajo desarrollado en el INTEC abrió una puerta hacia una línea más ambiental (Lenardón y col., 1980) o con aplicaciones industriales. Mi asociación parcial al grupo tecnológico liderado por Ramón Cerro (amigo desde siempre,

actualmente en el *Department of Chemical and Materials Engineering, University of Alabama* en Huntsville, EE.UU.), nos llevó a investigar las aptitudes industriales de los caolines argentinos, provenientes fundamentalmente de los depósitos (¿hidrotermales?) de Chubut (Galazzo y col., 1986a y 1986b), con el propósito de contemplar su utilización en la fabricación de papel argentino.

El programa de valoración tecnológica de los caolines argentinos, trajo a Haydn H. Murray en 1981 al INTEC durante varias semanas para interactuar con el grupo y realizar visitas a yacimientos y plantas industriales argentinas. Haydn, actualmente Profesor Emérito en la Universidad de Indiana, en Bloomington -aún desarrollando una actividad sorprendente a pesar de su avanzada edad- es una autoridad internacionalmente reconocida en el tema de las arcillas, en general, y en el de los caolines, en particular (Murray y col., 1993). Debo reconocer que mi visión sobre la profesión y sobre la intervención tecnológica de los geólogos se modificó muy favorablemente a partir de vínculo con



Figura 1: Con Haydn H. Murray (centro) en Atlanta (Georgia, EE.UU.), en 2004. El autor de esta nota (a la izquierda) y su esposa Perla (a la derecha).

Haydn Murray. Nuestra relación de amistad ha perdurado en el tiempo.

Sin embargo, a pesar del enorme valor que le adjudico a la experiencia tecnológica en el INTEC, debo aclarar aquí que mi corazón y mi mente siempre estuvieron (y están) en la ciencia básica y cuando a comienzos de 1980, recibí aquella carta de Venugopalan Ittekkot, por aquel entonces joven investigador en la *Universität Hamburg* (en la ex Alemania Federal) me alegré infinitamente porque me invitaba a participar en el *International Carbon Project*, que el profesor Egon T. Degens (1928-1989) estaba lanzando, auspiciado por el SCOPE (*Scientific Committee on Problems of the Environment*, <http://scopenvironment.org/>), con el propósito de investigar la dinámica fluvial del carbono en todos los grandes ríos del planeta, en todas sus formas químicas posibles, desde el dióxido de carbono, hasta los isótopos estables o los aminoácidos y carbohidratos. Para entonces, estaba creciendo en el mundo la preocupación por el incremento del CO₂ en la atmósfera y sus consecuencias climáticas. Algún tiempo después de haber manifestado mi entusiasta aceptación, recibí en Santa Fe la visita de Stephan Kempe, sobresaliente miembro del grupo liderado por Degens. Corría el mes de Diciembre de 1980 cuando Stephan llegó a Santa Fe con un baúl de aluminio que contenía elementos básicos y estandarizados para el muestreo: un disco de Secchi para medir la transparencia del agua, equipos de filtrado y filtros de celulosa y de membrana, tituladores y soluciones estándar, etc., de forma tal que todos los participantes en el proyecto determinaran los parámetros básicos de la misma manera. Desde luego, cada grupo que participase en el programa de los grandes ríos recibiría un baúl similar.

El proyecto que comenzara en los inicios de la década de 1980, se extendió por varios años. Degens no solo era un gran geoquímico, renombrado profesor en el *Woods Hole Oceanographic Institution* y en la *Universität Hamburg*, sino que también era un maestro de la organización y se ocupó de obtener financiación para hacer reuniones de trabajo para el grupo en sitios tan dispares como Tianjin (China), Fairbanks (Alaska), Caracas (Venezuela) o Assiut (Egipto), por citar solo algunos de los lugares más exóticos que visitamos. Los trabajos se reunieron en una serie de volúmenes (los *proceedings* o “blue books”) de las reuniones, que resultaron la base para

la compilación final, la cual vio la luz después del fallecimiento de Egon (Degens y col., 1991).

Con Stephan Kempe publicamos nuestros resultados sobre la dinámica biogeoquímica del río Paraná, aportando al conocimiento global del tema (Depetris y Kempe, 1993; Kempe y Depetris, 1992). Stephan es, actualmente, profesor en la *Technische Universität Darmstadt* (Alemania).

El azar determinó que el río Paraná medio, que estaba siendo muestreado en el marco del *International Carbon Project*, produjera el evento de crecida excepcional de



Figura 2: Fotografía de Egon T. Degens tomada en ocasión del segundo taller “Transport of Carbon and Minerals in Major World Rivers”, Assiut (Egipto), Marzo 1983.

los años 1982 y 1983. Justamente la comunidad científica internacional comenzaba a tomar conciencia de la ocurrencia de un fenómeno climático-marino en el Pacífico ecuatorial, conocido como ENSO (por *El Niño-Southern Oscillation*). Esto nos permitió explorar la respuesta biogeoquímica de un sistema hídrico continental ante la ocurrencia de un evento hidrológico excepcional (Depetris y Kempe, 1990). Por cierto, no pudimos dejar de investigar los mecanismos hidrológicos que se desencadenaban con la ocurrencia de estos eventos (Depetris y col., 1995). Esta línea de trabajo tuvo una importante continuidad en años posteriores, como se verá más adelante.

■ 6. EL RETORNO A LAS RAICES: CÓRDOBA “LA DOCTA”

La década en el INTEC tuvo alternativas interesantes que me permitieron ganar experiencia en gestión y en formación de recursos humanos. También, creo, crecí como investigador. En 1980, con 36 años de edad, había sido promovido a Investigador

¿Qué es el ENOS?

El Niño/La Niña, son eventos conocidos conjuntamente como ENOS, por *El Niño-Oscilación del Sur* (o ENSO, por *El Niño-Southern Oscillation*, en Inglés), es un fenómeno climático cíclico (recorre habitualmente cada tres a cinco años). El Niño consiste en una modificación de la dinámica de las corrientes marinas en la zona intertropical provocando la superposición de aguas cálidas procedentes del Pacífico occidental por sobre las aguas frías que caracterizan la corriente de Humboldt. Esta situación provoca alteraciones climáticas a escala zonal (a veces muy severas), afectando principalmente a América del Sur, tanto en la vertiente Pacífica como en la Atlántica, pero también con importantes teleconexiones globales. El Niño es, entonces, el evento cálido, que se contrapone a La Niña, el evento frío que, opuestamente, puede resultar en algunas regiones en un déficit de precipitaciones atmosféricas (Philander, 1990).

Independiente del CONICET. Pero yo sentía que mi futuro no estaba en una unidad ejecutora esencialmente tecnológica, en donde me iba a resultar difícil formar discípulos geólogos y sostener un grupo de trabajo competitivo. En consecuencia, por aproximaciones sucesivas, como se hace frecuentemente para enfrentar los problemas que uno teme visceralmente, fui llegando a la conclusión de que debía volver a Córdoba y enfrentar todas las dificultades que esa decisión conllevara. Fue una resolución compleja pero necesaria. Habíamos construido con sacrificio una casa soñada, nuestras hijas crecían felices en un entorno apropiado y nuestra vida familiar se desenvolvía con normalidad. Pero yo no estaba satisfecho y, básicamente, no era feliz, al punto que fantaseaba con girar hacia una actividad industrial. Así fue que generando un verdadero *tsunami* familiar, tomé la drástica determinación de trasladarme a Córdoba.

Llegué a Córdoba en 1986. Mi familia permaneció en Santa Fe pues ambas hijas querían concluir sus estudios secundarios en el colegio que las había albergado desde primer año. En 1987 llegó nuestra hija Mariana para estudiar Artes Plásticas en la UNC. En Febrero de 1988 llegó Carolina. Esta vez la carrera elegida fue Letras Modernas. Con la determinación que la caracteriza, mi esposa llevó la peor parte en este cambio trascendente y traumático, pero la familia completa pudo finalmente reunirse en Septiembre de 1988. Establecí mi lugar de trabajo en la FCE-FyN; Mario Hünicken (1926-2013), quien había sucedido a Armando Leanza (1919-1975) en la titularidad de la Cátedra de Paleontología, me ayudó a establecerme en un espacio físico temporal y, algún tiempo después, Carlos Guzmán, químico orgánico, investigador del CONICET y profesor de la materia con



Figura 3: Fotografía tomada en ocasión del primer taller “Transport of Carbon and Minerals in Major World Rivers”, Hamburgo, Marzo 1982. De derecha a izquierda: Stephan Kempe y el autor de esta nota.

dilatada trayectoria en la carrera de Biología, facilitó mi acceso a la docencia superior como Profesor Titular (interino) con dedicación simple en la entonces denominada Cátedra de Química Analítica Mineral de la Carrera de Ciencias Geológicas. El espacio físico, el equipamiento y demás facilidades disponibles eran, en el mejor de los casos, elementales, pero se vislumbraba la posibilidad de crecer y de iniciar la gestación de un grupo. Comencé a vincularme con el ambiente científico cordobés gracias a mi incorporación a la Comisión Asesora del CONICOR, sigla que entonces identificaba al consejo de investigaciones científicas de la Provincia de Córdoba y que fuera una institución ejemplar a nivel provincial. En la FCEfYN de la UNC, con el paso del tiempo, llegué al cargo de Profesor Titular ordinario con dedicación exclusiva en 1992, Profesor Titular Plenario en 2007 y Profesor Emérito, en 2009, concluyendo de esta manera mi trayectoria docente en la Universidad Nacional de Córdoba.

6.1. Mis discípulos

Hacia el final de la década de 1980, mi primer becario cordobés fue Eduardo Luis Piovano, quien abordó una tesis sedimentológica sobre la Formación Saldán. Esta formación geológica está esencialmente compuesta por areniscas rojas de edad cretácica que afloran en proximidades de la ciudad de Córdoba. Eduardo tuvo que luchar con los escasos medios disponibles pero, teniendo esto presente, hizo un trabajo extraordinario (véase, por ejemplo, Piovano y col., 1999), defendiendo su tesis en forma sobresaliente en 1994. Completó luego su formación post-doctoral en el prestigioso *Swiss Federal Institute of Technology* de Zurich (Suiza) y es hoy investigador del CONICET, profesor de Hidrología en la UNC y una

autoridad reconocida internacionalmente en Paleolimnología y en los cambios climáticos acontecidos en el cono sur en el pasado geológico reciente (véase, por ejemplo, Piovano y col., 2009).

Rubén Marcelo Dargám se incorporó al grupo poco después y abordó el estudio de la geoquímica de las Salinas Grandes, en el noroeste cordobés (véase, por ejemplo, Dargám y Depetris, 1996). También defendió su tesis doctoral en forma sobresaliente en 1994 e ingresó a la Carrera del Investigador del CONICET. Después optó por la actividad privada y por recorrer otros senderos, desligados de la ciencia.

Diego Marcelo Gaiero también se incorporó al grupo como becario a comienzos de la década de 1990. Diego investigó la dinámica geoquímica del río Suquía de Córdoba, el cual evoluciona desde nacientes cuasi prístinas en la Sierras Grandes, atraviesa una gran ciudad (Córdoba) y desemboca en un ambiente hipersalino (Laguna de Mar Chiquita, Córdoba). Diego defendió su sobresaliente tesis en el año 1995 (véase, por ejemplo, Gaiero y col., 1997). Su formación post-doctoral la llevó a cabo en el renombrado *Centre de Géochimie de la Surface (Université Louis Pasteur-CNRS)* de Estrasburgo (Francia). Actualmente es Profesor Titular de Geoquímica en la UNC (en la cátedra cuya titularidad yo ocupara cuando estaba en actividad) e investigador del CONICET. Diego Gaiero es reconocido internacionalmente por sus importantes trabajos sobre la dinámica de los aerosoles en el cono sur de América. Diego, como Eduardo y otros discípulos, ya están formando la siguiente generación de doctorandos.

Gabriela Román Ross desarrolló sus tareas en el Centro Atómico Bariloche y se doctoró en 1995 con una

tesis sobre la geoquímica de los sedimentos lacustres del Lago Mascaradi, Provincia de Río Negro, realizando análisis elementales mediante activación neutrónica y analizando aspectos paleolimnológicos y paleoambientales (véase, por ejemplo, Román Ross y col., 2002). Gabriela ha trabajado en investigación científica en Francia y también en España, en donde se encuentra actualmente desarrollando exitosamente trabajos de consultoría ambiental.

Se puede decir que Andrea Inés Pasquini pertenece a la segunda generación de mis discípulos. Andrea defendió su tesis doctoral en el año 2000 y realizó un sobresaliente trabajo en su tesis sobre la geoquímica, meteorización y el reciclado de materiales corticales en la cuenca del río Chubut (véase, por ejemplo, Pasquini y col., 2005). En la actualidad es investigadora del CONICET y docente en Hidrología, en la UNC, luego de un tiempo de permanencia en la Cátedra de Química General para geólogos. El vínculo académico con Andrea ha sido muy productivo, ya que a partir del año 2000 hemos abordado una serie de temas variados, pero fundamentalmente hidrológicos (véase, por ejemplo, Pasquini y Depetris, 2007).

Karina Leticia Lecomte ha sido la anteúltima de mis discípulos en doctorarse. Corría el año 2006. Karina, oriunda de S.C. de Bariloche, vinculó la hidroquímica de los ríos de las sierras altas de Córdoba, con las características geomorfológicas dominantes (véase, por ejemplo, Lecomte y col., 2009). Posteriormente realizó una estadía postdoctoral en Huelva, España, donde trabajó en ambientes fluviales de acidez extrema, línea que continúa desarrollando con ahínco en el presente.

Mi último doctorando ha sido Jorge Oscar Martínez, quien defen-



Figura 4: Fotografía tomada en la costa del río Paraná medio, en Paraná (E.R.), durante un viaje de muestreo geoquímico realizado en Septiembre de 2008. De derecha a izquierda: Karina Lecomte, M. Gabriela García, el autor de esta nota y Andrea Pasquini.

dió su tesis en 2012. La historia de Jorge es singular porque, si bien él formó parte del grupo inicial de becarios, interrumpió su formación de postgrado para estudiar Psicología y hacer una extensa y variada experiencia docente. Reinició la formación doctoral en 2007, realizando el estudio geoquímico detallado de una pequeña (aprox. < 2 km²) cuenca monolitológica (granito) en la porción más alta de la Sierra de Comechingones (Córdoba). En esta tesis, Stella Maris Formica (Profesora Titular de Química General y Aplicada en la FCEfYN) fue codirectora. Jorge se dedica exitosamente a la docencia superior y, con verdadera vehemencia, a la gestión universitaria.

La de Jorge Martínez no ha sido la única tesis desarrollada en colaboración con otro académico ya que he sido codirector de otras tesis de doctorado: Gisela Pettinari, en 1995, en codirección con Jorge Vallés; Claudio Carignano, en 1997, en codirección con Martín Iriondo; Marcela Cioccale, en 1999, en codirección con Jorge Rabassa; Silvana

Herrero, en 2000, en codirección con Marcelo Zárate.

María Gabriela García completó su formación doctoral con una tesis sobre el arsénico en S.M. de Tucumán (Instituto Miguel Lillo), con la dirección de Miguel Blesa y Margarita Hidalgo, cuyo tribunal integré. Posteriormente realizó su formación postdoctoral en nuestro grupo en donde permanece hasta el presente. Gabriela ingresó a la Carrera del Investigador del CONICET y permaneció en el CICTERRA, trabajando en los mecanismos fisicoquímicos de adsorción en superficies coloidales. Hoy es mi sentir que Gabriela es, en buena medida, una más de mis discípulas. Un sentimiento similar también está presente con Laura Borgnino, quien se doctoró en química en el INFIQC (Instituto de Investigaciones en Físico-Química de Córdoba) con la dirección de Carlos De Pauli (apreciado amigo, con quien he tenido el placer de colaborar) y Marcelo Avena. Como en el caso de Gabriela, también integré el tribunal de tesis de Laura. Es actualmente investigadora del CONICET,

se incorporó al CICTERRA y a nuestro grupo, y ha conformado una muy eficaz asociación científica con Gabriela García, ya que ambas trabajan y forman discípulos en la investigación de procesos fisicoquímicos en el medio natural.

Debo recordar aquí a colegas (y queridos amigos) con quienes, hombro con hombro, luchamos contra la adversidad y pusimos los cimientos, solidariamente, de los avances que vendrían después: Alicia Kirschbaum, Elena Echevarrieta y Oscar Derosa. Elena y Oscar, dolorosamente, ya no están entre nosotros; Alicia está trabajando con el empeño que la caracteriza y formando discípulos en Salta.

6.2. La producción científica

Si alguien me preguntase cuál ha sido mi producción científica, debería contestar que en todos estos años he generado, como autor o coautor, alrededor de un centenar de artículos arbitrados en revistas internacionales o nacionales y en capítulos o partes de libros. También hay adicionalmente unos setenta artículos o resúmenes en actas o *proceedings* de reuniones científicas nacionales o internacionales. Aunque es una costumbre que se va desvaneciendo con el avance y la progresiva informatización de la difusión científica, los geólogos mantuvimos durante mucho tiempo el hábito de publicar trabajos completos –generalmente arbitrados– en actas de congresos, las que han sido, hasta ahora, un vehículo muy importante para difundir el progreso en el conocimiento de las Ciencias de la Tierra argentinas. Pero la pregunta correcta sería, más bien: ¿cuáles son los trabajos que destacaría como más importantes? Esta pregunta es más difícil de responder porque no ocurre que necesariamente aquellos trabajos que yo considere importantes hayan

sido los que han recibido una mayor aceptación por parte de la comunidad internacional. Además de algunas contribuciones que ya han sido citadas, quiero hacer referencia aquí al trabajo que publicáramos con Stephan Kempe, sobre la dinámica del carbono en el río Paraná (Depetris y Kempe, 1993), porque en él incursionamos en la dinámica biogeoquímica de un gran río, con amplia llanura de inundación, con la cual se produce un permanente intercambio de material particulado y disuelto, regulado por la hidrología del sistema.

También destaco aquí los aportes al conocimiento sobre la teleconexión del ENSO (*El Niño-Southern Oscillation*) con el Paraná (Depetris y col., 1995), aportando incontestable evidencia. Esta sorprendente relación fue sugerida por vez primera en los *Memoirs of the Indian Meteorological Department* por Sir Gilbert Walker, en 1923, cuando investigaba la compleja dinámica del monzón en el subcontinente indio. Actualizaciones y revisiones sobre la hidrología superficial en el sur de Sudamérica las he llevado a cabo en años más recientes, fundamentalmente en colaboración con Andrea Pasquini (véase, por ejemplo, Depetris y Pasquini, 2008; Pasquini y Depetris, 2007).

Hay que destacar especialmente los trabajos hechos dentro del contexto del *International Carbon Project* que iniciáramos en los 80 con el auspicio de la Comunidad Económica Europea. Este prolongado proyecto de más de seis años de duración, con numerosas y prolongadas campañas, buscaba establecer la significación de la Patagonia argentina como fuente de materiales disueltos y particulados transferidos al Océano Atlántico meridional. Lo llevamos a cabo entre Jean-Luc Probst (del CNRS francés), Stephan

Kempe y quien esto escribe. En este terreno hay que distinguir la preponderante tarea realizada por Diego Gaiero, quien tomó de ahí el tema del transporte de aerosoles y lo llevó al nivel sobresaliente que reviste en la actualidad (Brunet y col., 2005; Depetris y col., 2005; Gaiero y col., 2007; Gaiero y col., 2004).

Como ya se ha visto, identificar el impacto hidrológico del fenómeno ENSO en América del Sur ha sido un aspecto relevante en la investigación científica realizada hasta ahora. Quiero destacar los esfuerzos hechos con Andrea Pasquini en dilucidar el mecanismo que controla la estabilidad (y sus llamativas oscilaciones) del glaciar Perito Moreno, en los Andes Patagónicos. Nuestro postulado ha sido siempre el rol desempeñado por el ENOS (Depetris y Pasquini, 2000) y el acople de este mecanismo con la Oscilación Antártica (Pasquini y Depetris, 2011; Pasquini y col., 2008). Aún estamos trabajando en este tema.

Finalmente, quiero referirme a los libros en los que he contribuido.

En primer lugar figura el volumen que coordinara Venu Ittekkot (Ittekkot y col., 1996), quien oportunamente me invitara a la coedición. En ese momento, evaluar la significación del flujo de partículas orgánicas o inorgánicas hacia los fondos marinos se constituyó en un tema de importancia en el contexto del ciclo global del carbono. Este programa fue una continuación del *International Carbon Project*, que iniciara Egon Degens.

En la década de los años 90 Paul Potter, reconocido sedimentólogo y profesor en la Universidad de Cincinnati (Ohio, EE.UU.), estuvo trabajando en Brasil, en San Pablo primero y luego en Porto Alegre. En su edad madura, Paul quería vivir la experiencia de vivir en Brasil y aprender portugués. En una de sus visitas a Argentina, me invitó a que colaborase en un libro que estaría dedicado a las rocas sedimentarias de textura fina, conocidas como "lutitas" (*mudstones* o *shales*, en inglés). Estas rocas no solo están entre las más abundantes en la corteza superior del planeta, sino que aho-



Figura 5: Fotografía tomada en ocasión de una reunión de trabajo de los autores del texto "Mud & Mudstones. Introduction and Overview", celebrada en la Universidad de Cincinnati (Ohio, EE.UU.) en Abril del año 2003. De derecha a izquierda: Paul E. Potter, J. Barry Maynard y el autor de esta nota.

ra son objeto de intenso interés en la medida que albergan importantes reservas de petróleo, como es el caso de la conocida Formación Vaca Muerta, en nuestro país. Con Paul y luego con Barry Maynard (también profesor en Cincinnati) trabajamos varios años en este volumen que finalmente vio la luz en 2005 (Potter y col., 2005). Paul aún sigue concurrendo diariamente a su oficina en la universidad.

Recientemente, ante una invitación de Jorge Rabassa, Director del CADIC y coeditor de la serie *Springer Briefs in Earth System Sciences*, abordamos con Andrea Pasquini y Karina Lecomte, la preparación de un *brief monograph* que fue publicado a comienzos del corriente año (Depetris y col., 2014) y que consiste en una revisión del nexo que existe entre la meteorización de las rocas y la erosión continental.

La meteorización

Es el término empleado en las ciencias de la Tierra para designar los procesos encargados de alterar los minerales y las rocas en la superficie de la corteza del planeta y se produce por el contacto con la atmósfera terrestre, el agua y la biota. El término alude al desequilibrio termodinámico que se produce cuando materiales formados a altas temperaturas y presiones, al ser exhumados por la tectónica terrestre, son expuestos a condiciones significativamente contrastantes que determinan su alteración y transformación en un residuo sólido, total o parcialmente modificado, y uno soluble.

[demicos/depetris](#)), la gestión no ha sido uno de los aspectos que más me hayan interesado. Sin embargo, siempre he creído en la necesidad de sostener y hacer crecer las instituciones de importancia para la ciencia y, en este aspecto, he puesto empeño. También aprendí que la experiencia es acumulativa e indispensable en el momento de tomar decisiones trascendentales. Así fue que creamos primero, en 1999, el Centro de Investigaciones Geoquímicas y de Procesos de la Superficie, o CI-GeS, un Centro de Vinculación en la FCEyN de la UNC, del cual fui su primer Director. Algunos años después, creamos el CICTERRA (Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra), Unidad Ejecutora (UE) de doble dependencia, CONICET-UNC, (<http://www.cicterra-conicet.gov.ar/>), de la cual he sido su primer director (interino) y, posteriormente, su vicedirector, hasta fines de 2013. Juan Luis Bendetto, con quien oportunamente compartimos los avatares de la gestación del CICTERRA, es su actual Director.

EL CICTERRA, junto a una veintena de otras unidades ejecutoras establecidas en la Ciudad de Córdo-

ba y en su área de influencia, se encuentra bajo una “sombilla” administrativa conocida como el Centro Científico Tecnológico CONICET-Córdoba o CCT. Acompañé a Hugo Maccioni, renombrado bio-científico nacional, como Vicedirector del CCT entre 2009 y 2011 y, posteriormente, me desempeñé como Director del centro entre 2011 y 2013. De esta manera se puede decir que concluí mi tarea de gestión en el CONICET.

En la Academia Nacional de Ciencias, en Córdoba, he sido elegido Académico Pro-Secretario (2000-04), Secretario (2004-08 y 2008-2012) y, desde 2012 me desempeño como Vicepresidente de la corporación. Soy asimismo, Académico Corresponsdiente nacional de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, desde 2008.

Otras distinciones que he recibido y que deseo citar aquí porque las valoro íntimamente, son el “Premio Interciencia 2006”, en el área del Ambiente, que otorga la Asociación Interciencia, la cual es la federación de las asociaciones americanas para el progreso de la ciencia, junto a



Figura 6: Fotografía del edificio del Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (CICTERRA) construido por el CONICET en la Ciudad Universitaria de la UNC. El edificio fue formalmente inaugurado el 9 de Noviembre de 2012.

6.3. La gestión

Como puede apreciarse en mi *curriculum vitae* (por ejemplo, en <http://www.anc-argentina.org.ar/web/aca->

la *Association Francophone pour le Savoir e Hydro Quebec*, ambas instituciones canadienses. En 2006, fui designado Socio Honorario de la Asociación Argentina de Sedimentología, por lo aportes hechos para el impulso de la disciplina en nuestro país y, asimismo, en 2010, Miembro Honorario y Vitalicio de la Asociación Geológica Argentina. Este año (2014) he recibido el Premio "*Pelegrino Strobel*" otorgado por la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, y la Universidad de Buenos Aires, por la "larga trayectoria docente e importantes aportes al conocimiento de la geoquímica de las cuencas fluviales".

■ 7. A MODO DE COLOFÓN

La vida académica me ha gratificado ampliamente con entrañables amigos y veteranos colegas geocientíficos, mayormente encontrados o consolidados en la senda del CONICET, como Carlos Rapela, Luis Spalletti, Mario Mazzoni (penosamente desaparecido hace ya más de una década), Jorge Rabassa, José Viramonte, Gerardo Perillo y tanto otros. Están también los más jóvenes, como Sergio Matheos, Carlos Oscar Limarino, Roberto Scasso, Jorge Marcovechio, Federico Isla, los investigadores del CICTERRA... Asimismo, la participación a lo largo de los años en comisiones asesoras varias o en la Junta de Calificación y Promoción, me gratificó vinculándome con científicos de otras disciplinas, por cuya amistad me siento muy honrado. La Academia Nacional de Ciencias, en Córdoba, al incorporarme, también me ha premiado con la valiosa relación de los científicos que, en ese ámbito, he ganado como amigos.

No puedo dejar de mencionar también, que desde aquellos primeros viajes a Canberra (Australia), convocado por el SCOPE, y a la sede

de la UNESCO, en París, enviado por el CONICET a la primera reunión del Programa MAB ("*Man and the Biosphere*") a comienzos de la década de los setenta, esta querida actividad me ha brindado la posibilidad de interactuar con importantes grupos científicos e instituciones, en diversas partes del globo, llegando así a conocer a personas valiosas, tanto a nivel humano como científico. Entre tantos otros puedo citar a Willem Mook, Georg Irion, Herbert Windom, Felipe Nienchetski, Sambasiva Patchineelam, James Syvitski y John Milliman. Todos, de una u otra manera, contribuyeron con su amistad, a mi enriquecimiento académico y personal.

Debo agradecer profundamente a la Asociación Argentina para el Progreso de la Ciencia (AAPC) en las personas de mi amigo y colega Víctor A. Ramos y de su presidente, Miguel A. Blesa, por haberme invitado a abordar esta Reseña que significa, indudablemente, una importante distinción. No ha sido una tarea sencilla, porque se trata de reexaminar en perspectiva la propia vida y, a la vez, definir quienes fueron los que jugaron un papel preponderante o que circunstancias fueron decisivas en todo lo que ocurrió; de aquellas cuestiones que estuvieron mal abordadas o mal resueltas y de aquellas que resultaron, a la postre, exitosas. Este ejercicio es, en suma, un balance personal que debe necesariamente conducir a una aceptación de nuestro ser, con sus inherentes virtudes y defectos. He citado eventos que he considerado importantes y, seguramente, hay otros que fueron soslayados; sin duda que, como debe sucederle a muchos, hay algunos que prefiero olvidar. No puedo dejar de destacar especialmente al CONICET, señora institución científica nacional en la que me formé, crecí científicamente y me desarrollé como persona de-

dicada a las Ciencias de la Tierra. Con mi firma, he acompañado a la de Bernardo Houssay en mi primer contrato con el CONICET, allá por 1966. Todos los que hemos estado asociados a la institución por varias décadas, sabemos de sus altibajos históricos, así como también estamos persuadidos de la necesidad imperiosa de protegerla para el futuro, en el marco de una política de Estado, que sea respetada por todos y perfeccionada con el paso del tiempo. De este modo resultará una herramienta invalorable para el desarrollo científico-tecnológico de nuestro país, en la apreciación y perfeccionamiento de nuestro sistema universitario y, desde luego, para acrecentar la presencia argentina en la ciencia global.

Todas las personas e instituciones mencionadas merecen un reconocimiento, por razones diversas, porque en el devenir de la vida, hay una acumulación de deudas de gratitud. A todos ellos mi más íntimo y sincero agradecimiento.

■ LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Brunet F., Gaiero D., Probst J.-L., Depetris P.J., Gauthier Lafaye F., Stille P. (2005) " *$\delta^{13}C$ tracing of dissolved inorganic carbon sources in Patagonian rivers (Argentina)*". *Hydrological Processes* **19**, 3321-3344.
- Dargám R.M., Depetris P.J. (1996) "*Geochemistry of water and brines from the Salinas Grandes basin, Córdoba, Argentina. II. Gypsum dissolution-calcite precipitation, and brine evolution*". *International Journal of Salt Lake Research* **5**, 81-101.
- Degens E.T., Kempe S., Richey J.E. (1991) "*Biogeochemistry of Major World Rivers*". *SCOPE* **42**. Wi-

- ley, Chichester 356 pp.
- Depetris P.J. (1976) "*Hydrochemistry of the Paraná River*". *Limnology and Oceanography* **25**, 736-739.
- Depetris P.J. (1980) "*Hydrochemical aspects of the Negro River, Patagonia, Argentina*". *Earth Surface Processes* **5**, 181-186.
- Depetris P.J., Gaiero D.M., Probst J.L., Hartmann J., and Kempe S. (2005) "*Biogeochemical output and typology of rivers draining Patagonia's Atlantic seaboard*". *Journal of Coastal Research* **21**, 835-844.
- Depetris P.J., Griffin J.J. (1968) "*Suspended load in the Río de la Plata drainage basin*". *Sedimentology* **11**, 53-60.
- Depetris P.J., Kempe S. (1990) "*The impact of the El Niño 1982 event on the Paraná River, its discharge and carbon transport*". *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology (Global and Planetary Change Section)* **89**, 239-244.
- Depetris P.J., Kempe S. (1993) "*Carbon dynamics and sources in the Paraná River*". *Limnology and Oceanography* **38**, 382-395.
- Depetris P.J., Kempe S., Latif M., Mook W. (1995) "*ENSO-controlled flooding in the Paraná River (1904-1991)*". *Naturwissenschaften* **83**, 127-129.
- Depetris P.J., Pasquini A.I. (2000) "*The hydrological signal of the Perito Moreno glacier damming of Lake Argentino (Southern Andean Patagonia): The connection to climate anomalies*". *Global and Planetary Change* **24**, 367-374.
- Depetris P.J., Pasquini A.I. (2008) "*Riverine flow and lake level variability in Southern South America*". *EOS, Transactions, American Geophysical Union*, **89**, 254-255.
- Depetris P.J., Pasquini A.I., Lecomte K.L. (2014) "*Waeathering and the Riverine Denudation of Continents*". *Springer Briefs in Earth System Science*. Springer, Berlin, 95 pp.
- Gaiero D.M., Brunet F., Probst J.-L., Depetris P.J. (2007) "*A uniform isotopic and chemical signature of dust exported from Patagonia: Rock sources and occurrence in southern environments*". *Chemical Geology*, **238**, 107-120.
- Gaiero D.M., Depetris P.J., Probst J.-L., Bidart S.M., Leleyter L. (2004) "*The signature of river- and wind-borne materials exported from Patagonia to the southern latitudes: a view from REEs and implications for paleoclimatic interpretations*". *Earth and Planetary Science Letters* **219**, 357-376.
- Gaiero D.M., Román Ross G., Depetris P.J., Kempe S. (1997) "*Spatial and temporal variability of total non-residual heavy metals content in stream sediments from the Suquia River system, Córdoba, Argentina*". *Water, Air, & Soil Pollution* **93**, 303-319.
- Galazzo J.L., Cerro R.L., Depetris P.J. (1986a) "*Factors affecting the physical and chemical properties of argentine kaolins*". *Applied Clay Science* **1**, 255-264.
- Galazzo J.L., Depetris P.J., Cerro R.L., Murray H.H. (1986b) "*Viscosity improvement of an argentine kaolin by ionic treatment*". *Applied Clay Science* **1**, 367-373.
- Gibbs R. (1967) "*The geochemistry of the Amazon River system. Part I. The factors that control the salinity and composition and concentration of the suspended solids*". *Geological Society of America Bulletin* **78**, 1203-1232.
- Ittekkot V., Schäfer P., Honjo S., Depetris P.J. (1995) "*Particle Flux in the Ocean*". *SCOPE* **57**. Wiley, Chichester, 372 pp.
- Kempe S., Depetris P.J. (1992) "*Factors controlling the concentration of particulate carbohydrates and amino acids in the Paraná River*". *Hydrobiologia* **242**, 175-183.
- Lecomte K.L., García M.G., Fórmica S.M., Depetris P.J. (2009) "*Influence of geomorphological variables on mountainous stream water chemistry (Sierras Pampeanas, Córdoba, Argentina)*". *Geomorphology* **110**, 195-202.
- Lenardón A.M., de Hevia M.I.M., Fusé J.A., de Nochetto C.B., Depetris P.J., (1980) "*Organochlorine and organophosphorous pesticides in the Paraná River (Argentina)*". *The Science of the Total Environment* **34**, 289-297.
- Murray H.H., Bundy W., Harvey C., Eds. (1993) "*Kaolin Genesis and Utilization*". The Clay Minerals Society. Special Publication N° 1. Boulder, Colorado, 341 pp.
- National Research Council (2001) *Basic Research Opportunities in Earth Science*. National Academy Press, Washington, D.C., 154 pp.
- Pasquini A.I., Depetris P.J. (2007) "*Discharge trends and flow dynamics of South American rivers draining the southern Atlantic seaboard: An overview*". *Journal of Hydrology* **333**, 385-399.

- Pasquini A.I., Depetris P.J. (2011). "Southern Patagonia's Perito Moreno Glacier, Lake Argentino, and Santa Cruz River hydrological system: An overview". *Journal of Hydrology*, **405**, 48-56.
- Pasquini A.I., Depetris P.J., Gaiero D.M., Probst J.-L. (2005) "Material sources, chemical weathering, and physical denudation in the Chubut River basin (Patagonia, Argentina): Implications for Andean rivers". *Journal of Geology* **113**, 451-469.
- Pasquini A.I., Lecomte K.L., Depetris P.J. (2008) "Climate change and recent water level variability in Patagonian proglacial lakes, Argentina". *Global and Planetary Change* **63**, 290-298.
- Philander S.G. (1990) "El Niño, La Niña, and the Southern Oscillation". Academic Press, San Diego, 293 pp.
- Piovano E.L., Ariztegui D., Córdoba F., Cioccale M., Silvestre F. (2009) "Hydrological variability in South America below the Tropic of Capricorn (Pampas and Patagonia, Argentina) during the last 13.0 Ka". En Vimeux F. y col. (eds) "Past Climate Variability in South America and Surrounding Regions. Springer Science, Berlin, p. 323-351.
- Piovano E.L., Román Ross G., Ribeiro Guevara S., Arribére M.A., Depetris P.J. (1999) "Geochemical tracers of source rocks in a Cretaceous to Quaternary sedimentary sequence (Eastern Sierras Pampeanas, Argentina)". *Journal of South American Earth Sciences* **12**, 489-500.
- Potter P.E., Maynard B., Depetris P.J. (2005) "Mud & Mudstones. Introduction and Overview". Springer, Berlin, 297 pp.

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\$S600 por kilo, lo que llevo 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, zooarqueólogo 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 sogá 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 esquila 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.

