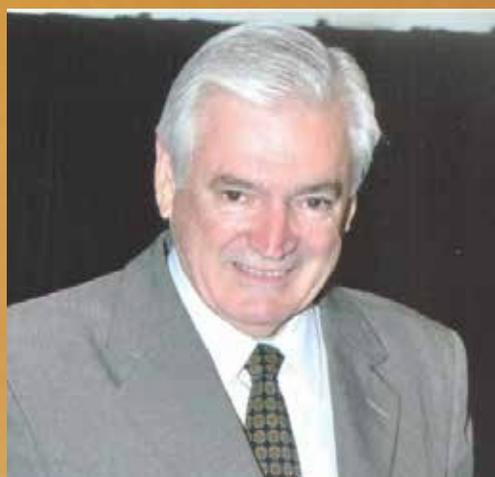


# Ciencia e Investigación

## Reseñas

CeI  
Reseñas

Nueva serie / Autobiografías de prestigiosos investigadores argentinos



# COMPROMISO

con el bienestar de todos

HACEMOS  
**ENERGÍA  
NUCLEAR**



NUCLEOELÉCTRICA ARGENTINA S.A.

ATUCHA I / ATUCHA II / EMBALSE

Despejá tus dudas sobre la energía nuclear en: [www.na-sa.com.ar](http://www.na-sa.com.ar)



Ministerio de  
Planificación Federal,  
Inversión Pública y Servicios  
Presidencia de la Nación

**EDITOR RESPONSABLE**

Asociación Argentina para el  
Progreso de las Ciencias (AAPC)

**CUERPO EDITORIAL**

Juan Carlos Almagro  
Alberto Baldi  
Nidia Basso  
Miguel A. Blesa  
Gerardo Castro  
Eduardo Charreau  
Alicia Fernández Cirelli  
Lidia Herrera  
Arturo Martínez  
Roberto Mercader  
Alejandro Wolosiuk  
Juan Xammar Oro  
Norberto Zwirner

**COMITÉ CIENTÍFICO ASESOR**

Sara Aldabe Bilmes (Química)  
María Cristina Añón (Alimentos)  
Miguel de Asúa (Historia y Filosofía de la  
Ciencia)  
Silvia Braslavsky (Química)  
Raúl Carnota (Matemáticas Aplicadas e  
Historia de las Ciencias)  
José Carlos Chiaramonte (Historia)  
Eduardo Charreau (Ciencias Biomédicas)  
Francisco de la Cruz (Física)  
Susana Finquelievich (Sociología)  
Gilberto Gallopín (Ecología)  
Víctor Ramos (Geología)  
Carlos Reboratti (Geografía y Hábitat)  
Edmundo Rúveda (Química)  
Catalina Wainerman (Sociología y Educa-  
ción Superior)  
Roberto J.J. Williams (Materiales)

**SECRETARÍA TÉCNICA**

M. Gimena Blesa

**CIENCIA E  
INVESTIGACIÓN**

Primera Revista Argentina  
de información científica.  
Fundada en Enero de 1945.  
Es el órgano oficial de difusión de  
La Asociación Argentina para el  
Progreso de las Ciencias.  
A partir de 2012 se publica en dos series,  
Ciencia e Investigación  
y Ciencia e Investigación Reseñas

Av. Alvear 1711, 4° piso, (C1014AAE) Ciu-  
dad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.  
Teléfono: (+54) (11) 4811-2998  
Registro Nacional de la Propiedad Intelec-  
tual N° 82.657. ISSN 2314-3134.

Lo expresado por los autores o anunciantes,  
en los artículos o en los avisos publicados es  
de exclusiva responsabilidad de los mismos.

# SUMARIO

## EDITORIAL

Editorial ..... 3

## ARTÍCULOS

Semblanza de Florencio G. Aceñolaza por **Ricardo N. Alonso** ..... 5  
En busca del pasado geológico.

**Florencio G. Aceñolaza** ..... 6

Semblanza de Daniel Cardinali por **Diego Golombek** ..... 20  
Estudios básicos y clínicos sobre la melatonina como ejemplo de  
medicina traslacional.

**Daniel Cardinali** ..... 22

Semblanza de Alicia Fernández Cirelli por **Oscar Varela** ..... 36  
De la química a la transdisciplina: oportunidades y desafíos.

**Alicia Fernández Cirelli** ..... 38

Semblanza de Antonio Introcaso por **Mario Giménez** ..... 52  
A la búsqueda de conocer la dinámica de nuestro planeta.

**Antonio Introcaso** ..... 53

Semblanza de Lucio Iurman por **Juan Carlos Almagro** ..... 66  
Contribución a la aplicación de la metalurgia: una vocación realizada.

**Lucio Iurman** ..... 69

Semblanza de Mario A. J. Mariscotti por **Daniel E. Di Gregorio** ..... 90  
Proyectos nucleares e instituciones

**Mario A. J. Mariscotti** ..... 92

Semblanza de Roberto A. Rossi por **Alicia B. Peñéñory** ..... 110  
A 45 años del nacimiento de una nueva reacción en química orgánica.

**Roberto A. Rossi** ..... 113

**INSTRUCCIONES PARA AUTORES** ..... 125

# Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias

## COLEGIADO DIRECTIVO

Presidente  
Dr. Miguel Ángel Blesa

Vicepresidente  
Dr. Eduardo H. Charreau

Secretaria  
Dra. Alicia Sarce

Tesorero  
Dr. Marcelo Vernengo

Protesorero  
Dra. Lidia Herrera

Presidente Anterior  
Dra. Nidia Basso

Presidente Honorario  
Dr. Horacio H. Camacho

Miembros Titulares  
Ing. Juan Carlos Almagro  
Dr. Alberto Baldi  
Dr. Máximo Barón  
Dr. Gerardo D. Castro  
Dra. Alicia Fernández Cirelli  
Ing. Arturo J. Martínez  
Dr. Alberto Pochettino  
Dr. Carlos Alberto Rinaldi  
Dr. Alberto C. Taquini (h)  
Dr. Juan R. de Xammar Oro

Miembros Institucionales  
Sociedad Argentina de Cardiología  
Sociedad Argentina de Farmacología Experimental  
Sociedad Argentina de Hipertensión Arterial  
Sociedad Argentina de Investigación Bioquímica  
Sociedad Argentina de Investigación Clínica  
Unión Matemática Argentina

Miembros Fundadores  
Dr. Bernardo A. Houssay – Dr. Juan Bacigalupo – Ing. Enrique Butty  
Dr. Horacio Damianovich – Dr. Venancio Deulofeu – Dr. Pedro I. Elizalde  
Ing. Lorenzo Parodi – Sr. Carlos A. Silva – Dr. Alfredo Sordelli – Dr. Juan C. Vignaux – Dr.  
Adolfo T. Williams – Dr. Enrique V. Zappi

AAPC  
Avenida Alvear 1711 – 4° Piso  
(C1014AAE) Ciudad Autónoma de Buenos Aires – Argentina  
[www.aargentinapciencias.org](http://www.aargentinapciencias.org)

Presentamos aquí el segundo número de nuestro tercer volumen. La publicación de este número nos encuentra inmersos en otra actividad encarada por la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias: la de fogonear la constitución del Espacio Permanente de Asociaciones Científicas (EPAC), como un espacio plural, en el cual conviven e interactúan todas las disciplinas científicas – sin distinción de ciencias duras, blandas o al dente- y donde también conviven todas las miradas sobre la realidad argentina de cada uno de nosotros, en cuanto sujetos políticos. En paralelo con la reunión de puertas abiertas de EPAC (10 de septiembre), terminamos de armar este número de Reseñas, y en él vemos también diversas disciplinas del quehacer científico, cruzadas con diversas historias de vida y también con diversas visiones políticas.

En las siete reseñas de este número es particularmente notable advertir los esfuerzos que frecuentemente dedican destacados investigadores a las tareas de gestión. Es que actualmente la gestión de un grupo de investigación se asemeja mucho al manejo de una PyME, y trascender de allí a esferas de gestión pública hay sólo un paso. Lejos estamos de la imagen del científico en su torre de cristal, “huyendo del mundanal ruido”. Ahora cada vez más se asocia investigación científica original, desarrollo tecnológico, innovación productiva y tareas de gestión.

Los invitamos pues a disfrutar de las memorias de Gilberto Aceñolaza que describe sus tareas de campo y de laboratorio geológico, junto con los importantes cargos de gestión y políticos que desempeñó; de Daniel Cardinali, referente mundial por sus estudios sobre la glándula pineal, la medicina del sueño y el uso de la melatonina; de Alicia Fernández Cirelli, química orgánica devenida en química ambiental con proyección en la gestión del agua a nivel regional además de sus cargos de gestión universitaria; de Antonio Introcaso y su descripción de lo que podríamos llamar etapas pioneras de la Geofísica en la Argentina; de Lucio Iurman que supo forjar desarrollos tecnológicos en la Universidad Nacional de Bahía Blanca y en la Comisión Nacional de Energía Atómica; de Mario Mariscotti y su paso por la Física Nuclear, la Tecnología y la Gestión de C&T; de Roberto Rossi, uno de los responsables de la instalación de una Química Orgánica de calidad en Córdoba, en paralelo con sus tareas de gestión universitaria.



**Dr. Miguel Ángel Blesa**



34 CENTROS DE INVESTIGACIÓN PROPIOS, ASOCIADOS,  
VINCLADOS O EN RED

INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

- CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO
- CARRERA DEL PERSONAL DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
- PROGRAMA DE BECAS
  - Becas de entrenamiento para alumnos universitarios
  - Becas de estudio
  - Becas de perfeccionamiento
- SUBSIDIOS
  - Para la Realización de Reuniones Científicas y Tecnológicas y Asistencia a Reuniones
  - Para Publicaciones Científicas y Tecnológicas
  - Para Proyectos de Investigación de Interés Provincial

INNOVACIÓN, TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y CULTURA  
EMPREDEDORA

- PROGRAMA DE MODERNIZACIÓN TECNOLÓGICA
- PROGRAMA EMPRECIC
- CRÉDITO FISCAL
- PROGRAMA DE FORMACIÓN DE FORMADORES EN EMPRENDEDORISMO

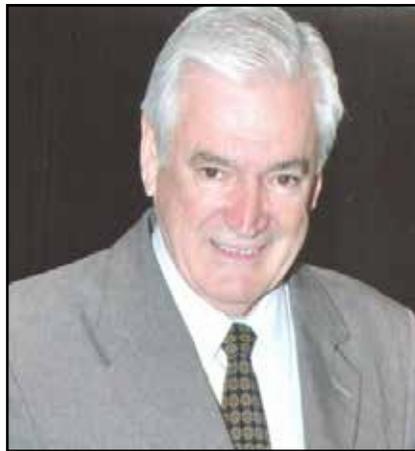
Ciencia  
Tecnología  
Innovación

 [comisiondeinvestigaciones.  
cientificas](https://www.facebook.com/comisiondeinvestigaciones.cientificas)

[www.cic.gba.gov.ar](http://www.cic.gba.gov.ar)

## Florencio G. Aceñolaza

por Ricardo N. Alonso



No hay facilismos cuando se analiza la vida y la obra de un estudioso tenaz, de un trabajador incansable, sanguíneo, de uno de los grandes maestros de la geología contemporánea. Como otros brillantes geólogos que galardonan la ciencia argentina, el Dr. Gilberto F. Aceñolaza peca también de excesiva humildad. Su reseña es apenas una síntesis menor de su amplia trayectoria. Tiene la misma consideración cuando habla de sus viejos compañeros de facultad que cuando lo hace sobre los líderes mundiales a los que tuvo la fortuna conocer personalmente, entre otros Lech Walessa y Nelson Mandela.

Si miramos a las raíces podemos decir que Aceñolaza es un producto de la fusión de dos corrientes sinérgicas positivas en la geología argentina. Una de ellas tiene que ver con su patria chica, Entre Ríos, cuna de Urquiza; y la otra con su formación en los claustros de Córdoba. Urquiza dio impulso a las ciencias de la Tierra cuando convocó a los sabios franceses para que estudiaran la Confederación Argentina. Bravard, Du Gratty y De Moussy, son algunos de los que van a seguir los pasos que marcará décadas antes Alcides D'Orbigny, a quien Aceñolaza admira por varias razones y entre otras por haber dado nombre universal a las trazas de los trilobites llamadas cruzianas (por el Mariscal Santa Cruz, de Bo-

livia). La icnología de invertebrados, como rama de la paleontología, ha sido uno de los campos señeros en la trayectoria de nuestro reseñado. Al punto que revolucionó la historia geológica del basamento del noroeste argentino cuando dio a conocer una abundantísima icnofauna que ponía dudas sobre su pertenencia al Precámbrico. A partir de los setenta nombres como *Oldhamia* y *Nereites* se harían icónicos en la literatura paleontológica nacional. Reconocemos en Aceñolaza también la huella de otro gran entrerriano: Juan José Nágera, junto a Franco Pastore los dos primeros geólogos argentinos. Su trabajo geológico en la definición del Límite Argentino en el Atlántico, llevado a cabo como diputado nacional a cargo de las relaciones exteriores, es una visión y una misión Nageriana que él continuó.

También abrevó en el pensamiento heredado de los claustros cordobeses, donde a partir del siglo XIX se hizo sentir muy fuerte la influencia

de los sabios alemanes contratados por Sarmiento para enseñar e investigar. Burmeister fue quién los convocó. Y hete aquí que Burmeister, nos cuenta Aceñolaza en algún viejo artículo, era un sabio experto en trilobites antes de llegar a las tierras del Plata e interesarse por mamíferos cenozoicos. Y Lorentz con su colega Hyeronimus, fueron los primeros que colectaron trilobites y braquiópodos ordovícicos en las montañas salteñas y los llevaron en parte a Córdoba y en parte a Alemania. Lo mismo haría más tarde Ludwig Brackebusch, quién descubrió en el cerro San Bernardo el primer graptolite del país. Y precisamente sería en dicho cerro donde casi un siglo después Aceñolaza descubriría un nuevo trilobite para la ciencia: *Sanbernardaspis pigacantha*. Armando Leanza, un gran estudioso de trilobites sería a la vez el director de la tesis doctoral de Aceñolaza, precisamente sobre faunas de invertebrados del límite Cambro-Ordovícico. El análisis de su magnífica tarea docente, de su larga carrera científica, de sus aportes a la política, la creación de institutos y revistas científicas, cargos, títulos y premios, escapan a estas breves líneas y es el propio interesado quién las expone aquí en primera persona. Es un verdadero honor personal haber sido convocado para realizar esta breve semblanza.

# EN BUSCA DEL PASADO GEOLÓGICO

**Palabras clave:** Geología, Paleontología del Paleozoico inferior; Evolución geológica del Precámbrico-Paleozoico de Argentina.  
**Key words:** Paleontology of Lower Paleozoic; Geological evolution of Precambrian-Paleozoic of Argentina.

## ■ Florencio Gilberto Aceñolaza

Instituto Superior de Correlación Geológica  
(INSUGEO, UNT-CONICET)

facenola@infovia.com.ar

### ■ RESUMEN

Nacido en Entre Ríos donde cursó la escuela primaria y secundaria para luego continuar en la Universidad Nacional de Córdoba donde obtuvo los títulos de Geólogo y Doctor en Ciencias Geológicas. Allí formó parte del plantel docente hasta que fue contratado en La Rioja para tareas de exploración geológica en el territorio provincial. A partir de 1969 por concurso obtuvo el cargo de profesor en el Instituto Miguel Lillo de la Universidad Nacional de Tucumán donde hizo la carrera docente hasta el cargo de Profesor Titular que retuvo hasta 2012. También, en 1978 se incorporó a la CIC del CONICET como Investigador Independiente habiendo llegado a la posición de Investigador Superior. En la Universidad de Tucumán tuvo cargos de gestión como Decano y Secretario General y en el CONICET ocupó el de Presidente y miembro del Directorio.

También representó a la UNT en la empresa minera de su propiedad (Yacimientos Mineros Agua de Dionisio, YMAD) con el cargo de Director y Vicepresidente. En 1991

fue electo Diputado Nacional por Tucumán habiendo participado en cargos directivos de comisiones de Minería, Educación, Ciencia y Tecnología y Relaciones Exteriores. Autor de un importante número de publicaciones de su especialidad en revistas indizadas nacionales y extranjeras permitieron dar a conocer avances de la geología regional argentina. Ha sido director de tesis doctorales de alumnos de varias universidades argentinas y extranjeras, y desarrollado planes de investigación en programas internacionales de UNESCO-IUGS; como asimismo actividad cooperativa en el ámbito geológico con universidades de Alemania y España.

### ■ 1.- LOS INICIOS

El recordar cuantas acciones he emprendido a lo largo de mi vida suele serme complicado ya que pasados los 70 años algo nos flaquea la memoria, pero entiendo que hay que tentarlo porque de esta manera ordenamos los acontecimientos de los que fuimos protagonistas.

Nací en Villa Urquiza el 23 de diciembre de 1941 en la entonces

pequeña población ubicada a la vera del Río Paraná a unos 20 kilómetros en línea recta al noreste de la ciudad capital de Entre Ríos. Allí llegaron mis bisabuelos Aceñolaza (Aseguinolaza en versión original) en 1854 provenientes del País Vasco que gracias a la visión colonizadora del general Urquiza lograron un pedazo de tierra para labrar y sostenerse en este pago entrerriano. Allí se encontraron con otros vascos de apellido Gastiazoro (Gastiasoro en versión original) que conformaron mi rama materna. En esta localidad trabajaron duro hasta tener el dinero suficiente como para comprarle en 1884 al ex gobernador de Entre Ríos, Coronel José Francisco de Antelo el solar ubicado frente a la plaza donde instalaron un importante negocio de "Ramos Generales" como entonces se denominaban. Es un amplio edificio que he heredado de mis padres y que lo transformé en el actual Museo Regional que hoy funciona en beneficio del conocimiento de la historia del pueblo.

Mi padre Florencio (1908-1987) fue el último administrador del negocio que cerró en 1984 y mi madre María Ana Gastiazoro (1911-1990)



**Foto 1.** Mi primer día de clase en la escuela primaria de Villa Urquiza, Entre Ríos 1948. Inicio de un sueño.

lo acompañó en sus trabajos hasta su jubilación. En mi niñez formaron parte del entorno familiar mi abuela paterna Victoria Pechmajour, nacida en Francia y mis tías Margarita y Micaela; como asimismo mi abuela materna María Bellmann de origen alemán y sus 11 hijos que fueron mis tíos. Como mi padre era Florencio fue común que tanto en familiares y amigos cercanos se me llamara Gilberto por mi segundo nombre. De comentarios éste me fue impuesto por sugerencia de mis parientes maternos.

Como a muchos la niñez en el pequeño y polvoriento pueblo me marcó fuertemente. Escapar a la siesta a cazar pajarillos en las barrancas del río o marchar a caballo, y en alpargatas, a la casa de la abuela María para colaborar en los trabajos de arado de los campos o participar de los arreos, solía ser la actividad preferida de mi vida pueblerina. Cuando las lluvias aislaban el pueblo o por alguna enfermedad quedaba en mi casa las preferencias pasaban por la lectura de libros de la colección "*Tesoros de la Juventud*"

y otros que cubrían la biblioteca de mis tíos.

Hice la escuela primaria en el Colegio La Providencia que pertenecía a las Hermanas Franciscanas de Gante, una congregación de origen belga que se había radicado en el pueblo a fines del siglo 19. Varias de las hermanitas que oficiaban de maestras provenían de ese país y a pesar de algunas dificultades que tenían al hablar en español demostraban un amor y dedicación para sus alumnos que era encomiable. Recuerdo con afecto a la Hermana Lidia quien con paciencia me enseñó a leer, escribir y ejercitarme en matemáticas. Ella, octogenaria ya, en la década de 1960 me confesó que mucho extrañaba su pueblo y familiares y que quería regresar a Bélgica cosa que logró para morir a los pocos años de su llegada a la patria de su nacimiento.

En 1954 al terminar la escuela primaria fui a vivir a Paraná para cursar la secundaria en la Escuela Normal "José María Torres" de donde egresé en 1959 con el diploma de Maestro Normal Nacional. Ya por entonces tenía definido estudiar la carrera de Geología dudando si ello sería en La Plata o en Córdoba. Como varios compañeros del secundario optaron por carreras universitarias que se cursaban en esta última opté por ir a la docta donde mi ingreso fue a principios de 1960.

Previo destaco que la vocación por saber cosas de esta profesión viene aparejado con lo que considero fue mi "pecado original". Desde niño me atraía caminar al borde las barrancas y obtener los restos fósiles que cuando hay bajantes normalmente se descubren en las playas del gran río. Así fue que al terminar el secundario ya había logrado tener una buena colección de huesos y

troncos silicificados como así también de los moluscos marinos que se encontraban en las barrancas. Para entonces la palabra Terciario ya me era común como asimismo comprender que en ese período la zona había sido inundada por el mar al que luego se le sobrepuso un importante antecesor al actual Paraná. También en Paraná había tenido la oportunidad de ver los fósiles que se encontraban depositados en la Escuela Normal y que habían sido coleccionados por Pedro Scalabrini y estudiados por Florentino Ameghino. Obviamente tener esos materiales a mano aumentó mi interés en saber qué había ocurrido en tiempos geológicos anteriores al que nos tocaba vivir.

También no dejo de mencionar que la profesión de geología era de conocimiento familiar ya que un primo de mi madre, Rogelio Bellmann, la ejercía en Jujuy en el Instituto de

Geología y Minería que había fundado Abel Peirano en 1945. En sus visitas a mi casa siempre tenía la oportunidad de intercambiar ideas sobre las posibilidades que ofrecía la actividad geológica en el país. Para esa época Entre Ríos era una verdadera "isla" ya que para salir de su territorio era necesario abordar una lancha o balsas que entonces conectaban Paraná con Santa Fe. De allí que entre lecturas de aventuras y las conversaciones con Rogelio sobre cómo se trabajaba en la montaña se acrecentaban mis deseos de "saltar el charco" e ir a conocer una orografía diferente a la de mi tierra. Pensaba que subir a las Sierras Pampeanas o caminar por la Cordillera me daría la oportunidad de encontrar rocas y fósiles que entonces agitaban mi imaginación. Durante el secundario tuve pasión por la geografía y la historia, no así por las matemáticas. Suponía que para conocer el país y su geología lo me-

jor sería recorrerlo. Además quien enseñaba geografía era el profesor L. Brasesco quien con afecto me distinguía por el manifiesto interés que tenía por su asignatura.

## ■ 2.- EN CÓRDOBA

A principios de 1960 inicié la carrera en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. Si bien en el primer año la asignatura que más despertaba mi interés era Geología General que era dictada por Manuel Sáez con quien colaboraba Pablo Martínez. Ambos tenían una excelente capacidad didáctica y nos ayudaban a profundizar nuestro interés por esta disciplina. Al pasar a los años superiores fui descubriendo otros aspectos de la Geología que aumentaban mi interés sobre esta carrera. Entre los profesores que ayudaron a completar mi formación destaco a Juan Vázquez, Carlos Gor-



**Foto 2:** Campamento durante el trabajo de campo en Jujuy en 1966. De izq. a Der Alejandro Toselli, J. Cavillón y F.G. Aceñolaza

dillo, Juan Olsacher, Telasco García Castellanos, Hebe Dina Gay, Tomás O'Connor, Juan Petrelli, Horacio Magliola Mundet. Una mención aparte es para Armando F. Leanza a cuyo amparo intelectual hube de cobijarme a partir de 1963.

El Dr. Leanza llegó a Córdoba para hacerse cargo de la cátedra de Paleontología que se encontraba vacante. Venía de desarrollar actividades variadas luego de haber sido cesanteado en la UBA en 1955 por el solo hecho de haber sido funcionario del gobierno peronista. A partir de entonces había trabajado y editado la obra "*Elementos de Geología Aplicada*" que concretó con su colega y amigo Cristian Petersen. Más tarde fue convocado por su otro amigo Horacio Harrington para confeccionar la obra "*Ordovician Trilobites of Argentina*" que tiene aún gran repercusión internacional. Hacia 1960 actuó como asesor de empresas petroleras que pusieron a su disposición una importante colección de ammonites de la Patagonia, colección que tenía bajo estudio y que depositó en la Universidad de Córdoba.

Con Leanza primero fui ayudante alumno y luego de graduado, Jefe de Trabajos Prácticos en la cátedra de Paleontología. Hacia el final de la carrera tuve el ofrecimiento de ser incorporado a la Comisión Nacional de Energía Atómica cuya oficina en Córdoba estaba bajo la dirección de Américo Timonieri. Al comentarle a Leanza esa posibilidad sabiamente me dijo "*Gilberto, si aspira hacer el doctorado no tome otro trabajo. Póngase a hacer su tesis y luego vea como seguir adelante*". Siempre agradecí su sabio consejo porque pasados los años vi que tenía razón. Esto ocurrió en 1964, año en que la cátedra se vio enriquecida con la incorporación de Mario Hünicken quien no solo agregó entusiasmo al

quehacer cotidiano sino que agregó la importante colección de restos vegetales cretácicos que había estudiado en su tesis doctoral. De mi etapa en la Universidad rescato a compañeros que de una u otra manera estuvieron cerca y con quienes compartí alternativas propias de la vida de estudiante. Numerosos viajes al campo me llevaron a distintos lugares como Misiones, para hacer práctica en los yacimientos ferríferos, a Salta y Jujuy para ver las rocas paleozoicas y, particularmente a visitar las sierras de Córdoba. Fueron varios los que viajaron con este objetivo, entre los que destaco a Martín Iriondo, Eduardo Lapania, Juana Rossi, Alejandro Toselli, Alberto Kohan, Hugo Brocca, Claudio Manzillo, Víctor Marcón, Andrés Petric, Ricardo Velo, Alfredo Bernasconi y José "Pepe" Lanfranco.

### ■ 3.-HACER LA TESIS

Volviendo al quehacer universitario Leanza me indicó que encarara la tesis resolviendo un tema relacionado con el límite Cambro-Ordovícico en la zona cercana a Mina Aguilar, en Jujuy. Tiempo antes había conocido a Leonardo Branisa, de origen checo e investigador de la paleontología de Bolivia, quien descreía de la opinión de Harrington y Leanza en cuanto a que el trilobite *Parabolina argentina* era del período Ordovícico tal como lo sostenía mi maestro. Previamente en 1964 había realizado tres meses de práctica en Mina Aguilar. Fuera de la experiencia minera aproveché el tiempo para hacer colecciones de trilobites en un punto de la Sierra de Cajas donde Spencer había descubierto fósiles de la fauna de "*Leiostrigium*" a la que había que relacionarla con la de *Parabolina* y *Jujuyaspis*. La experiencia en la zona me permitió tener algunas ideas que posteriormente sirvieron para llevar adelante mi tesis doctoral. Colaboraron en las tareas

de campo Alejandro Toselli, Jorge Cavillón y Eduardo Rodríguez quienes me ayudaron tanto en el levantamiento topográfico de la amplia zona donde estaban los afloramientos plancheta de por medio ya que entonces no existían las fotos aéreas ni nada de lo que es la actual tecnología. Estando allí también hube de participar de amables reuniones con los colegas Marcos Rosetti y Dorotheo Kaufmann que para entonces tenían un importante rol en el trabajo de la mina. En los años posteriores 1965 y 1966 pude abocarme con intensidad al trabajo de campo y laboratorio ya siendo becario del CONICET. En este punto destaco que tuve el honor de haber recibido la carta de adjudicación de la beca con la firma autógrafa de nuestro primer Nobel en Ciencias, el Dr. Bernardo Houssay, entonces presidente de la institución.

### ■ 4.-EN LA RIOJA

A fines de 1966 presenté la tesis que fue parcialmente publicada dos años más tarde (Aceñolaza, 1968). A partir de entonces nuevamente se me planteó la cuestión donde ir a trabajar. La beca del CONICET se había terminado y el cargo de JTP en la Universidad tenía una magra retribución. En 1967 pensaba casarme con quien es mi esposa: Emilia Manghesi y había que resolver varias cosas de familia. Ella provenía de una familia riojana a quien había conocido cuando cursaba en Córdoba la carrera del Profesorado en Ciencias Naturales. Valga recordar que pasados los años nacieron nuestros cuatro hijos Pablo (Biólogo), Guillermo (Geólogo), Verónica (Odontóloga) y Mariana (Ingeniera Agrónoma)

Como estaban las cosas nuevamente hube de plantear al maestro Leanza mi deseo de irme a La Rioja a trabajar en el entonces recién or-



**Foto 3:** En campaña en la zona de Las Playas (Córdoba, 1966): De izqu. a Der: FGAceñolaza, A. Toselli, A Vendramini, T. Saadi, A. Bernasconi, R. Velo, Cavillón, O. Castaño, C. Manzollillo, J. Lanfranco,; al centro el guía.

ganizado Plan Cordillera Norte de la Dirección Nacional de Minería y Geología. Ante esta posibilidad nada me dijo y con pena nos separamos; él marchó a Buenos Aires a desarrollar el Plan Fosforita de la DNGM que habrían de desarrollar en Patagonia. Para entonces lo acompañaba su hijo Héctor quien fue su compañía en los años de residencia Córdoba y luego en el plan de búsqueda de fosforitas. Héctor siguiendo la herencia paterna desarrolló su doctorado sobre geología y faunas mesozoicas de Patagonia. Si bien Leanza generosamente me ofreció la posibilidad de incorporarme a su equipo y acompañarlo a Buenos Aires, las condiciones económicas eran limitadas, motivo por el cual opté seguir otro camino.

Este fue incorporarme al Plan Cordillera Norte donde en primer

momento se me encargó relevar partes de la geología de la Sierra de Velasco. Al poco tiempo de estar allí fui tentado a integrarme a la Dirección de Minas de la Provincia que en ese tiempo estaba en proceso de reorganización y ofrecía un salario superior al de la DNGM. Allí tuve un cargo de Jefe de Geología y bajo la conducción de Mauricio Kejner pude participar en la elaboración de un plan integral de relevamientos geológicos mineros que se llevó a cabo de inmediato. Para su elaboración se me permitió llamar a La Rioja a colegas discípulos de Córdoba con quienes trabajamos sobre toda la superficie del territorio de la provincia. Ellos fueron Omar Castaño, Carlos Fontanini, Alejandro Toselli y Alfredo "Pato" Bernasconi. Puedo afirmar que no hubo rincón de la provincia que no hubiera recorrido y revisado tanto afloramientos

geológicos como diferentes yacimientos de sustancias minerales. Así fue que pude recorrer gran parte de las montañas como las de Famatina-Sañogasta, Velasco, los Llanos-Chepes, Sierra Brava, sierras de MazUmango, Toro Negro, Precordillera de Guandacol y Jagüé y adentrarme en la Cordillera por la Laguna Brava hasta el límite con Chile. Esto cubrió mis juveniles expectativas sobre las montañas y además fue un momento de gran aprendizaje de campo y de formación profesional (Aceñolaza, 1971; Aceñolaza, y col., 1971)

En esos momentos el Plan Cordillera estaba dirigido por Raúl Sister y en él trabajaban, entre otros, Miguel Ángel Guerrero, Eddie Lavandaio, Roberto Faroux, Mario Alderete, Jorge Guillou, Oscar Marcos, Ana Prieri, Nina Mischkovsky y Norma Pezutti. Además en ese tiempo la

DNGM con distintos objetivos destacó geólogos experimentados como Juan C. Turner, Enrique De Alba, Emilio González Díaz, Roberto Caminos junto a otros de la nueva generación como Víctor Ramos, Magdalena Koukharsky y Beatriz Coira. Con todos ellos en muchas oportunidades he interactuado e intercambiado ideas y conocimientos lo que contribuyó a que lográramos conceptos regionales de gran utilidad para comprender la geología del territorio riojano. Casi todos tenían como alojamiento el hoy desaparecido "Hotel El Velasco" ubicado a media cuadra de la plaza principal.

## ■ 5.- LLEGADA AL INSTITUTO LILLO

En 1969 vino a La Rioja Rafael González para invitarme a participar en un concurso en el Instituto Miguel Lillo de la Universidad Nacional de Tucumán. Resultaba que hacía varios años que no tenían profesor de Paleontología y luego de ir a Córdoba a hablar con Leanza, éste les sugirió que me buscaran en La Rioja para hacerme la invitación. Obviamente ya mis intereses pasaban por lo académico motivo por el cual acepté el reto. Concurso de por medio me radiqué en Tucumán en julio de ese año y asumí el dictado de la asignatura Paleozoología que entonces era tanto para los estudiantes de geología como para los de biología. Allí tenía la infraestructura adecuada tanto para cumplir con la responsabilidad de la enseñanza como para desarrollar tareas de investigación, que para entonces tenía algunos hilos sueltos en la geología norteña.

Faltando también un profesor para petrología le hice saber a Alejandro Toselli que tendría la oportunidad para seguir con el trabajo que había iniciado en Córdoba junto a Carlos Gordillo. También aceptó y

de ahí en más comenzaron nuestros trabajos de investigación por todo el NOA en los espacios que nos dejaban las actividades docentes. La experiencia acumulada nos llevó a tratar de unir aspectos geológicos de Salta y Jujuy con los de La Rioja y Catamarca. Para ese momento en la geología histórica era común que se aplicaran términos orogénicos europeos como Cadomiano, Caledoniano, etcétera para marcar discontinuidades orogénicas de la corteza. Cuando tratábamos de hacerlos coincidir con lo que veíamos en el campo estos conceptos no encajaban con la realidad, de allí que en el Congreso Latinoamericano de Geología que hubo en Venezuela en 1973 planteamos que los términos adecuados serían el de Ciclo Pampeano para los acontecimientos geológicos del Precámbrico-Cámbrico y Famatiniano para los del Cámbrico-Devónico (Aceñolaza y Toselli, 1976, 1981). Si bien en su origen estos términos eran muy generales y de amplia conceptualización, su ajuste a la realidad local hizo que fueran rápidamente aceptados por la comunidad geológica tanto nacional como internacional.

El año 1973 fue bastante movido en el ámbito universitario. La Universidad fue intervenida y se hizo cargo del decanato el Dr. Horacio Descole, uno de los destacados académicos que había sido rector de la Universidad entre 1946 y 1951, y director del Instituto Miguel Lillo. Hombre de opinión y de claros objetivos científicos, me invitó a que lo acompañara como Secretario Académico lo que verdaderamente me honró.

Allí en el Lillo cumplí con todas las etapas del escalafón de la carrera docente desde profesor Adjunto a Titular hasta mi jubilación momento en el que fui designado como Profesor Emérito en el año 2013, cargo

en el que hoy me desempeño. A lo largo del tiempo he participado en tareas de gestión desde la jefatura del Departamento de Geología hasta Decano cargo en que me desempeñé entre 1984 y 1991.

## ■ 6.- TRABAJOS GEOLÓGICOS Y PALEONTOLÓGICOS

A partir de 1971 comenzó a trabajar como ayudante graduado Felipe Durand quien me acompañó en trabajos vinculados con el Precámbrico-Paleozoico inferior de Argentina hasta su temprana y lamentable desaparición en 1995. En la década de 1970 junto a él y a Toselli iniciamos una línea de trabajo para investigar las rocas de la Formación Puncoviscana que hasta entonces eran consideradas muy antiguas (Aceñolaza 1981, Toselli y col 1986). El descubrimiento de trazas fósiles en esta formación geológica (Aceñolaza y Durand, 1973, 1986; Aceñolaza y Alonso, 2001) concitó mucho interés nacional e internacional. Así fue que para conocer nuestras colecciones nos visitaron investigadores nacionales como Juan Carlos Turner y Ángel Borrello y extranjeros como el alemán Adolf Seilacher, el inglés Peter Crimes y el australiano Brian Daily quienes se vieron sorprendidos por las características del material fósil obtenido que obligaba a replantear criterios de cronología geológica sudamericana. Sobre el tema vinculado con la icnofauna presente en esta formación ha habido una continuidad de estudios que permitieron ampliar el conocimiento de su contenido y permitió afinar datos cronoestratigráficos (Aceñolaza y Aceñolaza, 2002)

Otro hito importante de mi vida fue la amistad y colaboración que desde 1975 mantengo con el geólogo alemán Hubert Miller. En esa fecha era profesor de la Universidad de Münster quien luego pasó

a desempeñarse en la Universidad de Munich hasta su jubilación (Miller y Aceñolaza, 1982; Miller y col. 1993; Aceñolaza y col, 1978, 1993, 1996, 2000, 2002; Adams y col. 2011). Con él no solo enfrentamos numerosos trabajos de investigación sino que también dirigimos becarios que proveía el Servicio Alemán de Intercambio Académico (*Deutscher Akademischer Austauschdienst*, DAAD) para hacer la tesis doctoral con nosotros quienes, para entonces centrábamos nuestros estudios en las sierras de Ancasti y Famatina. Entre ellos estuvieron Arne Willner, Rolf Manheim, Meinolf Knüver, Kai Klemens, Werner Loske, Hanne Neugebauer, Anette Lork, Pavel Jezek y A. Bachmann (Aceñolaza y col, 1980, 1983; Jezek y col., 1985).

Otra participación extranjera de fructífera colaboración fue la que llevé adelante a partir de 1982 con Juan Carlos Gutiérrez Marco de la Universidad Complutense-CSIC de España. Este es un destacado especialista en graptolites y faunas del Paleozoico inferior que me había manifestado su interés en trabajar en

la geología de Argentina. A partir de 1986 hemos trabajado sobre distintos temas de las rocas paleozoicas del noroeste de Argentina (Gutiérrez Marco y Aceñolaza, 1987, 1991). Esto no terminó allí sino que también nos involucramos en planes de investigación en afloramientos de rocas del Paleozoico inferior en España y Marruecos. También fue importante para los objetivos globalizadores que me propusiera, el haber colaborado con Slavcho Yanev de la Academia de Ciencias de Bulgaria a quien visité y juntos estudiamos afloramientos del Paleozoico inferior de los Montes Cárpatos. Esta región hoy es considerada como peri-gondwánica y en consecuencia relacionada con el norte africano (Yanev y col. 2000, Aceñolaza y Yanev, 2001).

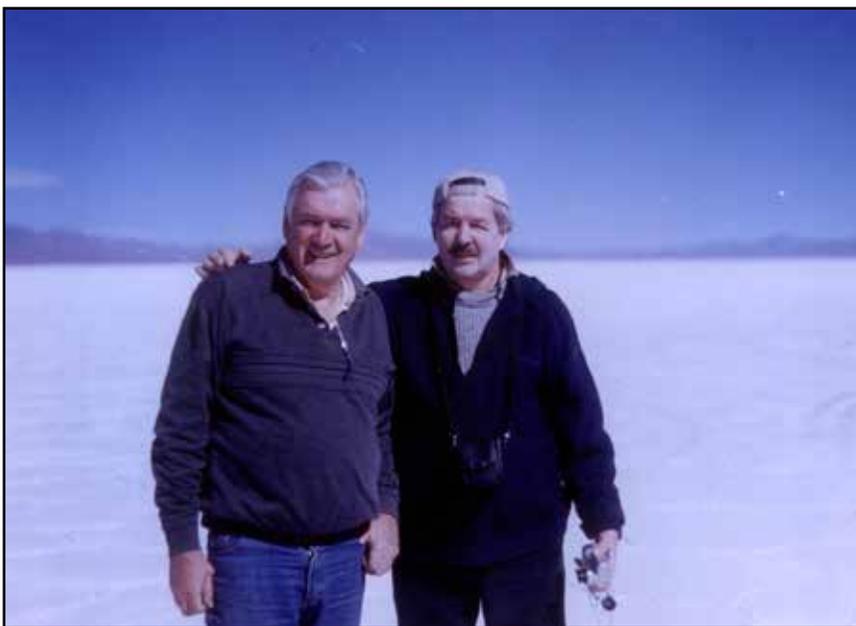
#### ■ 7.- DOCTORANDOS

También durante mi actuación universitaria tuve la posibilidad de dirigir varias tesis doctorales de colegas que incluimos en las actividades de investigación que llevábamos adelante. Entre ellos destaco a Felipe Durand, Juan Carlos Porto,

Roberto Lech, Rubén Fernández, Ricardo Gómez Omil, Susana Esteban, Carlos Cónsole en la UNT; a Franco Tortello en la UNLP; Gustavo Toselli y Eduardo Peralta en la Universidad Nacional de Córdoba; a Luis Buatois y Gabriela Mángano de la Universidad de Buenos Aires, y a José Enrique Godoi Ciguel y Renata Guimaraes Netto en la Universidad de Río Grande (Brasil). Muchos de ellos formaron parte de los planes de investigación que desarrollaba en la región lo que permitió que lleváramos adelante trabajos conjuntos que, en su mayoría, fueron publicados en revistas científicas nacionales y del extranjero. (Aceñolaza y Buatois, 1993, Buatois y col. 1993,1996).

#### ■ 8.- EL PROGRAMA DE CORRELACIÓN GEOLÓGICO DE UNESCO-IUGS

En 1975 Horacio Camacho nos invitó a sumarnos al entonces naciente Programa Internacional de Correlación Geológica que habían creado la UNESCO y la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS) y que cada uno tenía la duración de cinco años. Primeramente nos integramos al proyecto IGCP 44 que era conducido por Juan Carlos Turner que nos llevó a participar en diferentes reuniones y trabajos de campo en Brasil, Venezuela, Chile y Bolivia. En estos casos las tareas de campo me permitieron ahondar conocimientos sobre afloramientos, rocas y fósiles en partes del Sistema Andino (Aceñolaza, 1976). En Venezuela hicimos tareas en la Sierra de Mérida, en Chile lo fue sobre los afloramientos en el desierto de Atacama y en Bolivia en el área de Cochabamba. Luego, con Bruno Baldis (Universidad Nacional de San Juan) pasé a dirigir el que recibió el IGCP 192 (*"Cambrian and Ordovician Development in Latin-America"*) que llevó nuestras actividades nuestros trabajos de campo a afloramientos



**Foto 4:** En campaña en la Puna con Mikail Fedonkin de la Academia de Ciencias de Rusia (Moscu) en 1996.



**Foto 5:** Recibiendo el Premio "Bernardo Houssay" otorgado por el CONICET. De manos del Secretario de Ciencia y Técnica Prof. Manuel Sadosky en 1987.

de otros puntos de Latinoamérica. Esto hizo que lográramos redactar la Carta de Correlación Geológica de Sudamérica (Aceñolaza y Baldis, 1987) y años más tarde participar en la confección del mapa geológico de Sudamérica editado por UNESCO. En Colombia el trabajo de campo nos permitió trabajar en la zona de Villavicencio en el borde andino; en México la región de Oaxaca, en Uruguay en su borde atlántico cuyas características geológicas nos llevaron a indagar en los estados de Paraná y Santa Catharina. Una vez terminado este proyecto se nos adjudicó otro que tuvo como objetivo estudiar aspectos de la geología latinoamericana y su rol en el marco del Gondwana (IGCP 258 "Lower Paleozoic events in Latin América for the Gondwana génesis"). Al finalizar este proyecto presentamos un tercero que nos fue adjudicado el cual amplió nuestro campo de estudio a otros sectores gondwánicos y perigondwánicos como Marruecos, España-Portugal, Bulgaria y Turquía, para completar en los primeros años del siglo 21 con tareas en Sudáfrica y Namibia a los que coordinó el colega uruguayo Claudio Gaucher y en el que tuve especial participación en la redacción del libro que

publicó el resultado final. También formé parte del proyecto referido a la distribución del Vendiano en el mundo, coordinado por la colega australiana Patricia Vicker-Rich que generalizó los conocimientos a nivel mundial. En todos estos países centramos nuestras investigaciones en afloramientos de rocas del Precámbrico alto y Paleozoico inferior lo que nos permitió lograr una buena experiencia de campo que nos facilitó ideas para globalizar conceptos sobre la evolución del antiguo continente del Gondwana occidental (Aceñolaza y Aceñolaza 2007; Aceñolaza y Toselli, 2000, 2009). Para la misma época participé en estudios del Paleozoico en la Puna salto-jujeña donde tratábamos de establecer cuáles eran las relaciones geológicas entre esa región y el oeste de Argentina. Ello me llevó a participar en fructíferas discusiones con un importante grupo de colegas de Salta de los cuales menciono a José Salfity, Ricardo Omarini, Cristina Moya, Ricardo Alonso y Ricardo Sureda. Expandiéndome hacia temas de Uruguay y sus relaciones con la Mesopotamia argentina con Peter Sprechmann retomé la cuestión de la transgresión marina del Neógeno (Aceñolaza y Sprechmann, 2002) y

ello me llevó a profundizar temas de la geología de la Mesopotamia (Aceñolaza, 2000, 2007). Ampliando mis actividades sobre la geología sudamericana avancé con trabajos sobre el Paleozoico de la Puna de Atacama de Chile buscando relacionarlo con la Puna de Argentina (Niemeyer y col., 2002 y Aceñolaza y col., 2013); mientras que en Brasil lo hice junto a Henrique Godoi sobre cuestiones del Paleozoico inferior de los estados de Santa Catarina y Paraná. También me incorporé al equipo de Alcides Sial de la Universidad de Pernambuco quien desarrolló programas de quimioestratigrafía aplicada a rocas de Argentina y con el cual investigamos secuencias carbonáticas del basamento y del Cretácico del Noroeste como asimismo del ámbito de la Precordillera de San Juan. Con el colega inglés Chris Adams en la última década llevamos adelante un programa basado en dataciones radimétricas de rocas del Ediacarano-Paleozoico inferior en el noroeste de Argentina con miras a dilucidar aspectos referidos a la evolución del Gondwana para ese tiempo geológico (Adams y col., 2011)

## ■ 9.- GESTIÓN EN LA FACULTAD

En 1983 con la vuelta al estado democrático fui designado Decano de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo cargo que, reelecciones de por medio, mantuve hasta 1991. Con el mismo formé parte de la etapa de normalización universitaria y tuve la posibilidad de contribuir a la creación del Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO) y otros del área de Biología (Entomología) y Medio Ambiente. Contando con el asesoramiento de Alberto Rex González y el significativo trabajo de Víctor Núñez Regueiro creamos el Instituto de Arqueología dentro de la Facultad donde no solo planteamos la actividad investigativa sino también la do-

cente. Con el apoyo del Rector de la Universidad Nacional de Tucumán, Dr. Rodolfo Campero logré que se creara la Reserva de Flora y Fauna de Horco Molle en un predio de 200 hectáreas que a ese efecto nos fueron cedidas por la Universidad. Ésta ha sido y es campo de estudio de los estudiantes de la Facultad donde se imparte enseñanza y permite el acceso a visita de escolares y turismo regional. También en el mismo período logré la financiación necesaria para construir un nuevo edificio para albergar laboratorios y aulas que luego serían ocupadas por cátedras de las diferentes disciplinas que se dictaban en la Facultad. Años después con varios colegas de Salta participé de la creación del Centro de Estudios de la Geología Andina (CEGA) unidad asociada al INSU-GEO y dependiente de la Universidad Nacional de Salta.

#### ■ 10.- OTRAS ACTIVIDADES DE GESTIÓN UNIVERSITARIA

En 1991 fui electo Diputado de la Nación hasta 1995 fecha en que regresé en plenitud a la Universidad de Tucumán donde continué en el dictado de la cátedra de Geología Argentina que desde fines de 1970 ejercía para la carrera de Geología. También continué con la investigación geológica en el noroeste del país retomando diversos aspectos. Especialmente centrandome en rocas de la Formación Puncoviscana. A lo largo del tiempo que pasó nunca dejé de trabajar en investigación ya que a ello lo entendí y apliqué como lo central de mi vida. No solo el dictado de clases de la asignatura a mi cargo y la formación de discípulos fueron ejes de mi quehacer en los años de universidad y CONICET. También me sentí reconocido por la UNT no solo por haberme distinguido en 2011 como Profesor Emérito, sino también porque en dos oportunidades ocupé

el cargo de Secretario General que agregó a mi formación personal una buena visión de cómo se mueven intereses positivos y negativos de la vida universitaria. También destaco que a partir de 2010 fui designado representante en el directorio de la empresa Yacimientos Minerales Agua de Dionisio (YMAD) de la cual la UNT es socia. Allí ocupé el cargo de Director y Vicepresidente hasta 2014. Esta posición me permitió consolidar ideas acerca de la actividad minera en Argentina y compararla con la que se desarrolla en otros países, especialmente en aquellos que pude conocer durante mis anteriores actividades de naturaleza académica.

#### ■ 11.- PREMIOS Y DISTINCIONES

Varias fueron las distinciones y premios que se me adjudicaron a lo

largo de mi carrera. En 1974 obtuve el premio "Estímulo a la Investigación Científica" de la Asociación Ex-internos de la Fraternidad y discernido por la Sociedad Científica Argentina; en 1986 el de "Actuación Relevante en el Campo Profesional" concedido por la Federación de Entidades Profesionales Universitarias de Tucumán (FEPUT); en 1987 el Premio "Bernardo Houssay" otorgado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); en 1989 el Segundo Premio Regional de la Secretaría de Cultura de la Nación por la obra "Geología del Noroeste Argentino", hecha en coautoría con el Dr. Alejandro Toselli; en 1990 la Medalla de Plata "Los Paganzos", instituida por la Asociación Geológica Riojana en reconocimiento a la extensa tarea de investigación científica desarrollada sobre temáticas de la Pro-



**Foto 6:** En Novosibirsk, Rusia en oportunidad del Congreso Internacional sobre el Sistema Cámbrico junto a Eladio Liñán (España), J.W. Cowie (Inglaterra) y Dolores Gil Cid (España).

vincia de La Rioja; en 1996 Diploma de Honor en Reconocimiento de la Actividad Científica y de Investigación, otorgado por la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo de la Universidad Nacional de Tucumán; en 1996 Placa de Honor en Reconocimiento a la Actividad Científica acordada por la Sociedad Geológica Boliviana, por la extensa tarea realizada en el campo de la geología regional; en 2001 Medalla de Honor en Reconocimiento a la actividad desarrollada en el campo de la Icnología, acordada durante la Cuarta Reunión Argentina de Icnología; en 2002 el Premio "Perito Moreno" otorgado por la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos GAEA a los autores de capítulos del libro "Geología Argentina", editado por el SEGEMAR; en 2002 el Diploma de Honor "Dr. Guillermo Bodenbender" otorgado por el Consejo Profesional de Ingeniería y Arquitectura de La Rioja en reconocimiento a las investigaciones geológicas en la provincia de La Rioja; en 2002 incorporación como Miembro Vitalicio a la Asociación Paleontológica Argentina (AGA); en 2003 incorporación como Miembro Honorario en la Asociación Geológica Argentina (AGA); en 2005 Premio "Juan José Nágera" otorgado por la Asociación Geológica Argentina y el 15° Congreso Geológico Argentino, La Plata; en 2009 fue el Premio Nacional a la Trayectoria Paleontológica otorgado por la Asociación Paleontológica Argentina (APA) y en 2011, el de Profesor Emérito otorgado por la Universidad Nacional de Tucumán. También la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba en 1996 me dio el honor de formar parte de esa histórica corporación como Miembro Académico.

## ■ 12.- REUNIONES CIENTÍFICAS

Todas las profesiones tienen en común llevar adelante reuniones

científicas para comunicar los avances que tiene la disciplina. En este aspecto me tocó tener un rol directo en varias de ellas de las que destaco al Primer Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía que desarrollamos en Tucumán en 1974 presidido por Carlos Menéndez a quien acompañé como Secretario Ejecutivo. Años más tarde en 1990 se reiteró esta reunión convocada como 5° Congreso del cual fui su presidente. Lamentablemente en la fecha que se desarrolló el mismo fue cuando ocurrió plena hiperinflación lo que quitó presencia a numerosos colegas que económicamente vieron frustradas su asistencia. A pesar de ello logramos editar las actas en las que se inscribieron numerosos trabajo de investigación. En 1987 ocupé la presidencia del 10° Congreso Argentino de Geología, también realizado en Tucumán; en

este caso tuvimos una multitudinaria presencia de colegas argentinos y de países latinoamericanos que aportaron importantes contribuciones que se incluyeron en varios tomos publicados sobre distintos aspectos de la geología

En 2007 participé de la organización del 1° Congreso Argentino de Historia de la Geología que tuvo lugar en San Miguel de Tucumán (Aceñolaza, 2008) a partir del cual se conformó un grupo nacional que luego llevó adelante otros dos congresos, uno de Buenos Aires coordinado por Guillermo Ottone y Víctor Ramos y otro en Salta bajo la conducción de Ricardo Alonso. Esta organización fue posteriormente invitada a formar parte como miembro de la *International Commission of the History of Geological Sciences (INHIGEO)*.



**Foto 7:** En el Congreso Geológico Chileno en Santiago de Chile: Bruno Baldi, F.G. Aceñolaza, Waldo Avila, (Bolivia), Henrique Godoi Ciguel (Brasil) y Silvio Peralta.

## ■ A MODO DE FINAL

Siempre he sentido amor por esta profesión de geólogo. En el secundario cuando tuve que definir mi camino no tuve dudas de elegirla. Entonces pensaba y sigo pensando que es la única actividad que no solo permite ver y admirar el paisaje actual sino también develar el de tiempos geológicos pasados e interpretar como se organizó la vida en el planeta. Si bien a lo largo de mi vida tuve también otras actividades diferentes a las geológicas, puedo afirmar que a pesar de ellas nunca dejé de recorrer montañas y llanuras buscando el conocimiento que nos brindan las rocas y fósiles que acompañaron las transformaciones que ha sufrido el planeta desde sus orígenes. A veces pienso que si hoy nuevamente tuviese que iniciar una carrera universitaria de seguro que volvería a elegir la Geología.

## ■ BIBLIOGRAFIA

- Aceñolaza F.G. (1968). *Geología estratigráfica de la región de la Sierra de Cajas, Departamento Humahuaca (provincia de Jujuy)*. Revista Asociación Geológica Argentina **23**, 207-222.
- Aceñolaza, F.G. (1971). *Geología estratigráfica de la zona comprendida entre Punta del Agua y Rincón Blanco, Depto. Gral. Lamadrid, La Rioja*. Acta Geológica Lilloana 11, 125-150. Tucumán.
- Aceñolaza, F.G. (1976). *The Ordovician System in Argentina and Bolivia*. En Basset, M. (Ed.) The Ordovician System. Proceeding of Palaeontological Association, Ordovician Symposium, University of Wales Press, 479-487. Birmingham.
- Aceñolaza, F.G. (2000) *La Formación Paraná (Mioceno medio). Estratigrafía, distribución regional y unidades equivalentes*. En Aceñolaza, F. y Herbst, R. (Eds.) *El Neógeno de Argentina*. Serie Correlación Geológica **14**, 9-28.
- Aceñolaza, F.G. (2007). *Geología y Recursos geológicos de la Mesopotamia argentina*. Serie Correlación Geológica **22**, 160 pp.
- Aceñolaza, F.G. (Ed). (2008). *Los Geólogos y la Geología Argentina*. Serie Correlación Geológica **24**, 275 pp.
- Aceñolaza, F.G. y Alonso, R. (2001). *Ichnoasociaciones de la transición Precámbrico-Cámbrico en el noroeste de Argentina*. Journal of Iberian Geology **27**, 11-22.
- Aceñolaza, F.G. y Baldis, B. (1987). *Correlation Chart and explanatory notes of Ordovician System in South America*. Special Publication IUGS **22**, 9- 68
- Aceñolaza, F.G. y Buatois, L. (1993). *Non-marine perigondwanic trace fossils from the Late Paleozoic of Argentina*. Ichnos **2**, 183-201.
- Aceñolaza, F.G., Buatois, L.A., Mángano, M.G., Esteban, S.B., Tortello M.F. y Aceñolaza, G.F. (1999). *Cámbrico y Ordovícico del Noroeste Argentino*. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Geología Argentina, Anales **29**, 169-187. Buenos Aires.
- Aceñolaza F.G. y Durand, F. (1973). *Trazas fósiles del basamento cristalino del noroeste argentino*. Boletín de la Asociación Geológica de Córdoba **2**, 45-55. Córdoba.
- Aceñolaza, F.G. y Durand, F. (1986) *Upper Precambrian- Lower Cambrian biota from the Northwest of Argentina*. Geological Magazine **123**, 367-375.
- Aceñolaza, G. y Aceñolaza, F.G. (2007). *Insights in the Neoproterozoic-Early Cambrian transition of NW Argentina: Facies, environment and fossils in the proto-margin of Western Gondwana*. En Vickers -Rich. P. y Komarower, P. (Ed.) *The Rise and Fall of the Ediacaran Biota*. Geological Society of London. Special Publication **286**, 1-13. Londres.
- Gutiérrez Marco, J.C. y Aceñolaza, F.G. (1987). *Araneograptus murrayi (Hall, 1865) (Graptoloidea, Anisograptidae): su identidad con "Dictyonema yaconense" Turner 1960 y su distribución en España y Sudamérica*. 10° Congreso Geológico Argentino, Actas **1**, 321-334.
- Aceñolaza, F.G., Aceñolaza, G. y Gutiérrez Marcos, J.C. (2000). *Graptolitos de la Formación Portezuelo de las Minitas (Ordovícico inferior) del Sistema de Famatina, La Rioja, Argentina*. Boletín de la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba **64**, 1-11.
- Miller, H., y Aceñolaza, F.G. (1982). *Early Paleozoic orogeny in Southern South America*. Precambrian. Research **17**, 133-146.
- Aceñolaza, F.G., Miller, H. y Toselli, A. (1978). *Das Altpalaeozoikum der Anden Nordwest-Argentinens und benachbarter Gebiete*. Münster Forschung Geologie und. Paleontologie **44-45**, 189-204.
- Aceñolaza, F.G., Miller, H. y Toselli, A. (1983). *La Geología de la Sierra de Ancasti*. Münster Forschungs. Geologie und Palaontologie **59**, 350 pp.

- Aceñolaza, F.G.; Miller, H. y Toselli, A. (1996). *Geología del Sistema de Famatina*. Munchener Geologie, Hefte **19**, 350 pp..
- Aceñolaza, F.G., Miller, H. y Toselli, A. (2000). *The Pampean and Famatinian Cycles. Superposed orogenic events in west Gondwana*. Sonderheft ZAG, 337-344.
- Aceñolaza, F.G., Niemeyer, H., Navarro, A. y Bruna, M. (2013). *Trazas fósiles, paleoambiente y paleogeografía del Silúrico Inferior del Cordón de Lila, Región de Antofagasta, norte de Chile*. Acta geológica Lilloana **21**, 88-99.
- Aceñolaza, F.G., Ramos V., Riccardi, A. y Paterlini, M. (2010). *Determinación del Límite Argentino en la Plataforma Continental*. Revista de la Asociación Geológica Argentina **66**, 452-455.
- Aceñolaza, F.G. y Sprechmann P. (2002). *The Miocene marine transgression in the meridional Atlantic of South America*. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie. Abhandlungen **22**, 75-84.
- Aceñolaza F.G. y Toselli, A. (1976). *Consideraciones estratigráficas y tectónicas sobre el Paleozoico inferior del Noroeste Argentino*. 2º Congreso Latinoamericano de Geología, Actas **2**, 755-764.
- Aceñolaza, F.G. y Toselli, A. (1981) *Geología del Noroeste Argentino*. Publicación especial. Facultad de Ciencias Naturales UNT **1287**, 212 pp.
- Aceñolaza, F.G. y Toselli, A. (2000). *Argentine Precordillera: allochthonous or autochthonous Gondwanic ?*. Zentralblatt für Geologie und Paläontologie **7/8**, 743-756.
- Aceñolaza, F.G. y Toselli, A. (2009). *The Pampean Orogen: Ediacaran-Lower Cambrian, evolutionary history of Central and Norwest region of Argentina*. En Gaucher, C., Sial, A.N., Halverson, G.P., Frimmel, H. (Eds.) *Neoproterozoic-Cambrian Tectonics Global Change and Evolution: a focus on southwestern Gondwana*. Developments in Precambrian Geology **16**, Elsevier, 239-254 pp.
- Aceñolaza, F.G., Toselli, A.J. y Bernasconi, A. (1971). *La Precordillera de Jaguá, La Rioja, Argentina. Su importancia geológica y estructural*. Acta Geológica Lilloana **11**, 257-290.
- Aceñolaza, F.G. y Yanev, S. (2001). *El Ordovícico del sector occidental de Stara Planina (Montes Balcanes), Bulgaria: Icnofósiles e implicaciones paleobiogeográficas*. Revista Museo Argentino de Ciencias Naturales, n. s. **3**, 55-72. Buenos Aires.
- Adams, C.J., Miller, H., Aceñolaza, F.G., Toselli, A. y Griffin, W. (2011). *The Pacific Gondwana margin in the late Neoproterozoic-early Paleozoic: Detrital zircon U-Pb ages from metasediments in northwest Argentina reveal their maximum age, provenance and tectonic setting*. Gondwana Research **19**, 71-83.
- Gutiérrez Marco, J.C. y Aceñolaza, F.G. (1987). *Araneograptus murrayi (Hall, 1865) (Graptoloidea, Anisograptidae): su identidad con "Dictyonema yaconense" Turner 1960 y su distribución en España y Sudamérica*. 10º Congreso Geológico Argentino, Actas **1**, 321-334.
- Gutiérrez Marco, J.C. y Aceñolaza, F.G. (1991). *Ribeiria y Tolmachovia (Mollusca- rostroconchia) en el Ordovícico inferior en la Cordillera Oriental, Argentina*. Zentralblatt für Geologie und Paläontologie, Teil **H-6**, 1799-1814.
- Jezek, P., Willner, A., Aceñolaza, F.G. y Miller, H. (1985). *The Puncoviscana trough- a large basin of Late Precambrian to Early Cambrian age on the Pacific edge of the Brazilian shield*. Geologisches Rundschau **74**, 573-584. Stuttgart.
- Niemeyer, H., Venegas, R., González, C. y Aceñolaza, F.G. (1997). *Los terrenos paleozoicos del Salar de Navidad, Región de Antofagasta, Chile*. Revista Geológica de Chile **24**, 123-143.
- Toselli, A.J., Aceñolaza, F.G. y Rossi de Toselli, J. (1986). *A proposal for the systematization of the Upper Precambrian-Lower Cambrian basement in the Sierras Pampeanas, Argentina*. Zentralblatt für Geologie und Paläontologie, Teil **1H**, 1227-1233.
- Yanev, S., Aceñolaza, F.G. y Tenchov, Y. (2000). *New data for the trace fossils in the Ordovician in western Bulgaria*. Comptes Rendus de l'Academie Bulgare des Sciences Geologie-Stratigraphie **53**, 65-68.

## EL SERVICIO MILITAR

Haré referencia al Servicio Militar que tuve que hacer en 1962 en la Escuela de Artillería ubicada en inmediaciones de La Calera, Córdoba. Como estudiante universitario se me incorporó a una "Batería" de AOR (Aspirante a Oficiales de Reserva o como se la refería jocosamente "Aguante O Reviente") donde tuve una dura instrucción que iba desde el manejo de armas livianas hasta el de pesados cañones calibre 20 cm. Cuando allí estaba me tocó ser parte del conflicto entre "Azules" y "Colorados" que se inició con el derrocamiento del presidente Arturo Frondizi y siguió con una serie de asonadas militares que en algunos casos nos llevaron a movilizarnos "para el combate". Debo recordar que uno de los más "densos" ocurrió en septiembre de 1962. Cuando éste estalla su epicentro estaba en Buenos Aires y allí no solo había combates con armas livianas sino también con algunos regimientos de "Caballería Blindada" (Tanques). El grupo de Artillería en el que yo estaba, prontamente fue movilizado para reprimir a las tropas "Azules", que en ese momento operaban en Buenos Aires. Recuerdo que conformamos una columna integrada por unos 40 camiones cargados de municiones y arrastrando una dotación de 6 cañones calibre 10.5 que eran muy modernos para la época. Lo que no contábamos era que en Buenos Aires habían disminuido los enfrentamientos y los "Azules" allí se imponían sobre los "Colorados" que era la facción a la que pertenecíamos. Las comunicaciones de la columna no eran buenas, motivo por el cual mi función de "Observador Adelantado" era el avanzar unos 5 kilómetros para ver si no había tanques (Caballería blindada) y regresar a dar la novedad. Estando de regreso en una de las misiones veíamos que sobrevolaban la columna dos aviones a reacción que hacían disparos para amedrentarnos. Por esto la columna se detuvo y comenzó a poner bolsas blancas en señal de rendición, cosa que no supimos en ese momento. En uno de esas pasadas de aviones vimos que uno de ellos encaró a muy baja altura en dirección al vehículo en el que marchaba con un suboficial de acompañante. Cuando vimos el peligro de que nos reconociera como parte de la columna éste me dijo "rajemos", dejamos el jeep en la ruta y cruzamos los alambrados para hacer cuerpo a tierra detrás del mismo. Nunca supe como lo había pasado si saltando o entre los alambres.

Es una de las anécdotas que puedo contar de ese tiempo que, valga la aclaración, hacer el Servicio Militar no impidió que siguiera cursando la carrera ya que en tiempo normal por la tarde teníamos franco para asistir a la Facultad. Siempre sostuve que fue una experiencia positiva en mi vida.

## PARTICIPACION EN EL ÁMBITO POLÍTICO

Un momento que debo destacar es mi acceso a la función pública y política en 1990. Siempre he sido un hombre de opinión, situación que me valió apoyos y críticas tanto desde el ámbito académico como del público. Ello me llevó a un impensado lugar en el quehacer de Tucumán. A mediados de ese año, al regreso de un viaje que había hecho a Rusia invitado por la Academia de Ciencias, recibí una comunicación telefónica de Ramón "Palito" Ortega quien desde Miami me informaba que iba a participar de las elecciones a gobernador y me invitaba para que lo acompañara junto a un grupo de ciudadanos de escasa actuación política. Acepté y lo acompañé en sus recorridos por la provincia de Tucumán. En 1991 hubo que decidir candidaturas y se me acordó que fuera el primer candidato a Diputado Nacional por Tucumán. Fui electo y en ese rol actué en el Congreso Nacional entre los años 1991-1995. Allí mi primer actividad fue, entre 1991 y 1993, integrar las comisiones de Ciencia y Técnica, Educación y Minería; mientras que entre 1993 y 1995 se me adjudicó la presidencia de la Comisión de Relaciones Exteriores. Puedo decir que estando en el Congreso de la Nación pude comprobar aspectos de la política diferentes de las que conocía desde el ámbito académico. Participé en el dictado de leyes centradas en temas relacionadas con la Educación (Ley Federal de Educación y Ley de Educación Superior) y Geología y Minería (Ley de creación del Banco Nacional de Información Geológica, Ley de Inversiones Mineras y Ley de Reordenamiento Minero y Ley de Creación de la Comisión sobre la Plataforma Continental Argentina). Destaco que en la Ley de Reordenamiento Minero se creó la Comisión de la Carta Geológica y en la de la Plataforma Continental se creó la COPLA que con éxito ha producido la documentación necesaria para definir el Límite argentino en el frente marítimo del Atlántico (Aceñolaza y col., 2010). Ambas comisiones tienen plena actividad y en la que participamos junto a varios colegas y hemos contribuido a los objetivos planteados.

Formando parte del Congreso me tocó mantener numerosos diálogos y una afectuosa relación con Raúl Matera y Domingo Liotta que fueron Secretarios de Ciencia y Técnica de la Nación. Desde mi posición en RREE hice viajes que me relacionaron con altos funcionarios de diferentes países como EEUU, China, Francia, Reino Unido, Alemania, España, México, Turquía y Taiwán.

De estas visitas oficiales quiero rescatar la que hice a Sudáfrica en 1995 ya que me permitió la posibilidad de visitar y conocer al entonces reciente Presidente Nelson Mandela. Fue la oportunidad en la que se le expresó nuestra solidaridad en el momento que comenzaba con fundamentales reformas en el país que habrían de ser de gran trascendencia nacional y mundial como lo fue la eliminación del "apartheid".

También en 1995 como presidente de la Comisión de RREE tuve la responsabilidad de recibir en el Congreso Nacional a Lech Walesa, entonces presidente de Polonia quien había llegado de visita oficial a Buenos Aires.

Al finalizar mi actividad parlamentaria en 1996 fui designado Presidente del CONICET luego de una compulsa que se hizo en instituciones científicas de todo el país. Desde allí propulsé varias medidas relacionadas con la regionalización del organismo como asimismo otras vinculadas con la Carrera del Investigador e inversiones que llevaba adelante el organismo. Fue una etapa positiva pero en un momento conflictivo en el marco político que hizo que saliera de esa posición para luego continuar como miembro integrante del Directorio hasta 1998.



**Foto 8:** Recepción al Presidente de Polonia Lech Walesa en su visita a Argentina en 1995.



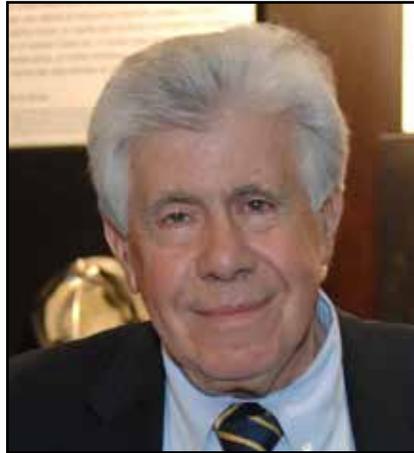
**Foto 9:** Junto al Presidente de Sudáfrica Nelson Mandela en reunión ocurrida en Ciudad del Cabo, Sudáfrica en 1995.

# Daniel Cardinali

por Diego Golombek

Uno nunca sabe que tiene un maestro... hasta muchos años más tarde. Pero todo llega, y al analizar decisiones, formas de encarar la ciencia, éticas o divergencias, de pronto uno se ve reflejado en la imagen de los que lo formaron, lo guiaron y le hicieron ver al mundo con otros ojos.

Eso es para mí, y me atrevo a decir que también para muchos otros de sus discípulos, Daniel Cardinali. Lo conocí de lejos en un congreso, cuando buscaba alguna señal que pudiera relacionar con mi interés por “el tiempo del lado de adentro”, allá en mis primeros años de la universidad. Confieso: en ese momento no entendí demasiado de qué se trataban esas historias de la noche, de las hormonas, de los receptores... pero allí estaba *el tiempo*, sin duda, y terminó de atraparme. Claro, no era para menos: al poco rato me enteré de que Daniel era “la” eminencia en el tema, que venía persiguiendo a la pineal desde hacía años – literalmente, como cuando durante su doctorado perseguía patos a los que les tapaba la cabeza para impedir la llegada de la luz – y que era considerado el experto mundial en la melatonina y sus circunstancias (entre las que afortunadamente se encontraban los relojes y calendarios biológicos). La pineal, nada menos: la sede cartesiana del alma, el tercer ojo, el *ajna-chakram*,



el órgano perdido dentro del cerebro al que costaba encontrarle una función. Porque ¿qué hace un órgano impar, calcificado, extraño, allí en medio del sistema nervioso central? El descubrimiento de su rol en la reproducción, en la sincronización interna y, más cercanamente en la salud y la calidad de vida ha sido una verdadera aventura de la ciencia y del pensamiento, y allí estuvo Daniel como primer aventurero, como un Indiana Jones en la vanguardia de los que develan los secretos de la naturaleza. Su tarea de detective fisiológico no dejó aspecto por investigar: el transporte de la melatonina, sus receptores, su metabolismo. Pero también, no olvidando su formación como médico, su potencial (y real) uso clínico, tanto como ajustador de las agujas del reloj biológico (cronobiótico) como su rol en la regulación del ciclo de sueño y vigilia o, de manera más general, el aprovechamiento de su potente actividad antioxidante en una

gran variedad de aplicaciones.

Así, las bases estaban más que sentadas para que un joven cronobiólogo pudiera despacharse a gusto buscando el tiempo interno, con una libertad asombrosa, pero siempre con la guía o la palabra justa como para encauzar las ideas desparramadas en el camino. Quizá sea justo decir que los investigadores, en general, no solemos ser descubridores: no tenemos raptos de inspiración repentina que resulta en un descubrimiento, en una noticia. Por el contrario, somos constructores de historias, que se van montando unas sobre otras; muchas de historias son la herencia de nuestros maestros, que a su vez las recibieron de sus propios maestros y, entre todos, intentamos ir agregando capítulos, detalles y nuevos personajes a esta gran trama de la ciencia.

¿Y cómo fue trabajar con Daniel? Fue, sin duda, un verdadero aprendizaje: a pensar y repensar preguntas, a mirar y exprimir los datos hasta que nos contaran algo inesperado, a pasarnos noches en el laboratorio en busca del tiempo perdido en el reloj biológico. Aprender, también, a seguir construyendo esa historia interminable. Como corresponde, tuvimos nuestras (sanas) desavenencias pero eso, como descubrí mucho después, también era parte de aprender a moverse en la ciencia, de

robarle detalles escondidos al mundo, al cerebro, al tiempo.

Años más tarde, el maestro nos

convirtió en colegas (y, de nuevo, hablo por muchos de sus discípulos)... pero no dejamos de seguir aprendiendo. Por eso vale la pena

destacarlo y reconocerlo hoy, que sigue tan activo como siempre (¡o quizá más que siempre!). Por eso al maestro, con cariño.

# ESTUDIOS BÁSICOS Y CLÍNICOS SOBRE LA MELATONINA COMO EJEMPLO DE MEDICINA TRASLACIONAL

**Palabras clave:** Melatonina; neurociencias; medicina del sueño; insomnio; abuso de benzodiazepinas; enfermedad de Alzheimer.  
**Key words:** Melatonin; neurosciences; sleep medicine; insomnia; benzodiazepine abuse; Alzheimer's disease.

## ■ Daniel P. Cardinali

BIOMED-UCA-CONICET, Facultad de Ciencias Médicas, Pontificia Universidad Católica Argentina, Buenos Aires

danielcardinali@fibertel.com.ar

Web: [www.daniel-cardinali.blogspot.com](http://www.daniel-cardinali.blogspot.com)

## ■ RESUMEN

A esta altura de la vida uno se siente tentado a detenerse y reflexionar sobre lo que la vida profesional le ha deparado. En mi caso se cumplen 50 años de mi relación con la glándula pineal y la melatonina y reconozco la inmensa fortuna de haberme vinculado desde el inicio de mi carrera con un tema como éste, cuando recién se habían sentado las bases para el reconocimiento de la melatonina como "hormona de la oscuridad". Ello me permitió contribuir a elucidar el mecanismo y significado del principal producto pineal y llevarlo a una etapa de aplicación terapéutica como la actual. Como tal es un ejemplo de medicina traslacional llevado a cabo totalmente en el país y con el apoyo de CONICET, La Universidad de Buenos Aires y la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.

## ■ 1. EL PERSONAJE (DE LA RESEÑA...)

Un resumen biográfico puede verse bajo el título "Vínculos de Interés" en [www.daniel-cardinali.blogspot.com](http://www.daniel-cardinali.blogspot.com). Nací en Buenos Aires en 1943 en el barrio de Villa Pueyrredón, hijo de un matrimonio tipo de origen gallego mi madre (de Lugo, en la Galicia profunda) e italiano mi padre (de los Castelli romani). Mis abuelos habían llegado a principio de siglo a la Argentina para incorporarse a una sociedad que supo dejar espacio para la movilidad social, al menos en aquellos años.

La influencia de mi madre, Elisa Carreira, fue fundamental para formar mi carácter. Su objetivo era salir de la rueda de la pobreza mediante la educación. Ella me inculcó, con la ayuda de mi padre, Amado Héctor Cardinali, los valores de la superación y del trabajo a ultranza como entretenimiento cotidiano, que no

me han abandonado hasta ahora. A ambos les debo gran parte de lo que soy.

Otra de las grandes deudas es para con la mujer que fue mi compañera durante 50 años de mi vida, Adriana Teresa del Castello, a la que conocí cuando yo tenía sólo 15 años. Tuvimos 3 hijos, Mariana nacida el 1970 y hoy arquitecta, Pablo Daniel, nacido en 1974 y hoy contador público nacional, y Fernando Daniel, nacido en 1977, médico egresado de la UBA que se desempeña como especialista en obstetricia y ginecología en Madrid. Ese medio siglo de convivencia matrimonial fue destruido por la malignidad de un cáncer que terminó con la vida de Adriana en junio del 2008. Mi segunda esposa, Ana Inés Casella, me acompaña con devoción y paciencia infinitas desde hace 3 años en esta etapa final de mi vida científica.

Mi vocación de médico fue esculpida tempranamente por un amigo cercano de mis padres, el Dr. David Goldenstein, típico médico de barrio que teniendo yo 10 años, me llevaba dos o tres veces por semana a acompañarlo en sus visitas a domicilio. Yo al principio lo esperaba en el auto, pero con el tiempo me concedió el privilegio de ser testigo de su tremenda habilidad para entender, no al “cáncer de hígado”, sino a ese único ser, con historia propia que sufría su enfermedad de una manera personal e intransferible. Mi dedicación a la educación médica se la debo en gran parte a él, ya que creo que el futuro de la medicina está en reencontrar a ese tipo de médico.

Durante mi carrera en la Facultad de Medicina de la Universidad del Salvador llegó la etapa de mi formación científica. El maestro que más me influyó fue el Dr. Jorge Rosner, entonces Profesor de Fisiología y que a la postre fue el Director de mi tesis Doctoral. Desde los primeros años de estudiante de Medicina supe que mi vocación estaba en la investigación biomédica básica. Sin embargo, también intuí que el éxito de la investigación en Medicina se basa en haber satisfecho las exigencias de la formación clínica de la mejor forma posible. Por ello en los últimos años de la carrera me desempeñé con devoción como practicante de la guardia de los días lunes en el entonces Policlínico General San Martín.

Pero cuando me recibí, volví al laboratorio de Investigaciones Endocrinas de la Universidad del Salvador como becario de Iniciación del CONICET. Mi tesis doctoral tuvo que ver con el papel de la melatonina y de la glándula pineal en un animal alejado del hombre, pero sin embargo un buen modelo para los cambios estacionales de las funcio-

nes fisiológicas, el pato doméstico. Desde ese entonces mi vínculo con la melatonina no se ha roto: la línea de investigación que he seguido a lo largo de mi carrera científica se ha orientado al estudio de los aspectos fisiológicos y farmacológicos de los osciladores circadianos y de su señal cronobiológica principal, la melatonina. Estos estudios han contribuido a la introducción de la melatonina como primer “cronobiótico” de utilidad clínica, es decir, un agente efectivo para “mover las agujas” del reloj circadiano, afectado en distintas patologías.

La identificación en 1958 de la melatonina (N-acetil-5-metoxitriptamina, o N-[2-(5-metoxi-1H-indol-3-il) etil] acetamida en la nomenclatura de IUPAC) representó un hito fundamental en la historia de la pineal (Lerner y col., 1958). Aaron Lerner, un distinguido dermatólogo interesado en el vitíligo, fue su descubridor en búsqueda del producto pineal que aclaraba la piel de los anfibios. Luego de una ciclópea tarea bioquímica llevada a cabo durante 4 años (unos pocos microgramos de melatonina obtenidos a partir de 250000 pineales bovinas, aproximadamente 100 kg de material original) Lerner verificó con decepción que la melatonina no cambiaba el color de la piel humana y que sólo producía somnolencia al administrarse a voluntarios sanos. Hacia 1964, Axelrod y col. habían caracterizado las vías biosintéticas de la melatonina (Axelrod, 2003) y Reiter y col. habían encontrado el primer sentido fisiológico de esta señal: servir como código químico de la noche en las especies con apareamiento estacional (Reiter, 1983). Retomaba su rumbo la interpretación de la función pineal, tan jerarquizada en etapas precientíficas (“sitio donde se expresaba el alma” según René Descartes) y tan denostada por los estudios anatómicos del siglo XIX (“órgano vestigial, carente

de significado en vertebrados superiores”) (Cardinali, 2014).

Me enteré del descubrimiento de la melatonina en 1963, como estudiante de fisiología teniendo como libro de base la primera edición de *Principles of Medical Physiology* de William Ganong, una obra señera que me ha acompañado en sus sucesivas ediciones (ha llegado a la vigésimo cuarta) en mi tarea docente en fisiología. Este libro fue publicado 1 año después de haberse efectuado el descubrimiento de la melatonina por Aaron Lerner.

En 1968 publiqué mi primer trabajo sobre la función de la melatonina en la estacionalidad reproductiva del pato doméstico y en los años transcurridos desde entonces tuve la fortuna de hacer el periplo máspreciado para un investigador biomédico, desde un insospechadamente académico tema de investigación básica (cómo y para qué la glándula pineal secreta melatonina en el pato) hasta la definición de su aplicación clínica como agente natural de promoción del ritmo sueño-vigilia en los seres humanos.

## ■ 2. QUÉ ES LA MELATONINA

La variación luz - oscuridad en la síntesis de melatonina por los pinealocitos es el hecho esencial que explica la participación de la glándula pineal en la fisiología de los ritmos biológicos (Cardinali, 1981). La función de la melatonina es doble: por un lado “abre las puertas del sueño” al inhibir al caer la tarde la actividad promotora de la vigilia del marcapasos circadiano central, los núcleos supraquiasmáticos del hipotálamo (NSQ) (Lewy y col., 2006). A su vez la melatonina es la “hormona de la oscuridad”, código químico de la duración de la noche, habiéndose establecido el papel de la glándula pineal en la transmisión de informa-

ción luminosa al sistema neuroendocrino. La melatonina representa una "manecilla" del reloj biológico en el sentido que responde a señales provenientes del NSQ y que la variación temporal del ritmo de melatonina indica el estado del reloj, tanto en términos de fase (horario en el reloj interno en relación con el horario externo) como de amplitud (Pandi-Perumal y col., 2008).

La melatonina es el prototipo de los "cronobióticos", fármacos utilizados para sincronizar y aumentar la amplitud de los ritmos circadianos (Cardinali y col., 2008). Un análogo sintético de la melatonina (tasimelton, Hetlioz<sup>®</sup>, Vanda Pharmaceutical) fue aprobado por la *Food and Drug Administration* (FDA) en EEUU en 2013 para su uso en el trastorno circadiano del sueño con ritmo diferente de 24 horas de individuos ciegos. En el mercado argentino la melatonina fue introducida como medicamento para el insomnio en 1995 (Melatol<sup>®</sup>, Elisium) y existen análogos de la melatonina utilizados con este fin en EEUU (ramelton, Rozerem<sup>®</sup>, Takeda) así como para el tratamiento de la depresión (agomelatina, Valdoxan<sup>®</sup>, Servier; Vestin<sup>®</sup>, Gador) aprobada por la *European Medicines Agency* (EMA) en Europa y por ANMAT en la Argentina.

A comienzos de los '70 y en el Laboratorio de Regulación Neuroendocrina del Instituto Tecnológico de Massachusetts en colaboración con Richard Wurtman y Harry Lynch hicimos los primeros estudios sobre la unión de melatonina a proteínas transportadoras en plasma, identificándose a la albúmina en ese rol (Cardinali y col., 1972). También en ese entonces, y en colaboración con Markku Hyyppa evaluamos la captación y metabolismo de <sup>3</sup>H-melatonina cuando se administraba intracisternalmente a ratas (Cardinali y col., 1973). Para aquellos estudios

utilizábamos un primitivo método de síntesis de melatonina radiactiva: se hacía reaccionar anhídrido acético marcado con <sup>3</sup>H (de una actividad específica muy baja: 400 Ci/mol) con metoxitriptamina. Si bien pudo obtenerse evidencia indirecta de un mecanismo neural saturable de captación (la melatonina no marcada) estábamos lejos de poder lograr la descripción del receptor de melatonina con un radioisótopo de actividad específica tan baja.

En la década de los '80 comenzaba a cobrar interés la observación de Aaron Lerner, el descubridor de la melatonina, sobre la somnolencia producida por la melatonina cuando se la administraba a sí mismo y a sus pacientes (Lerner y Nordlund, 1978). Por ese tiempo nuestro laboratorio en Buenos Aires, en el Centro de Estudios Farmacológicos y de Principios Naturales, CONICET, había adquirido gran experiencia en la determinación de todo tipo de receptores por métodos de unión de alta afinidad y sólo esperábamos la introducción en el mercado de melatonina tritiada de alta actividad específica para usarla en nuestras preparaciones y detectar los posibles sitios receptores. En 1977, uno de los principales proveedores de material radiactivo, New England Nuclear, introdujo en el mercado melatonina tritiada de alta actividad específica (30 Ci/mmol) y una vez que contamos con ese material en pocas semanas con la Dra. María Irene Vacas, primera tesista de mi laboratorio, y un estudiante de medicina ayudante, Eduardo Estévez, identificamos los receptores cerebrales de melatonina en áreas del cerebro bovino y luego de rata (Cardinali y col., 1978, 1979). En otros estudios verificamos los cambios en la concentración de receptores en correlación con los niveles circulantes de melatonina y el estado de luz ambiental (Vacas y

Cardinali, 1979). Rápidamente otros investigadores confirmaron nuestros resultados pero hacia 1981 *New England Nuclear* decidió por problemas técnicos de estabilidad retirar del mercado la <sup>3</sup>H-melatonina de alta actividad específica, lo que detuvo nuestras investigaciones sobre el tema.

Hacia 1983 se había avanzado notablemente en las técnicas autorradiográficas e inmunohistoquímicas de detección de receptores y se había introducido un ligando yodado de la melatonina, la 2-<sup>125</sup>I-melatonina, lo que hizo explotar el conocimiento en el campo de los receptores de melatonina, culminando con el clonado en la década de los '90 de estos receptores. En base a sus propiedades cinéticas, especificidad y localización se han identificado distintos receptores para la melatonina tanto en el SNC como en la periferia. Se han clonado los receptores MT<sub>1</sub> y MT<sub>2</sub> (Dubocovich y col., 2010), todos ellos pertenecientes a la superfamilia de receptores de membrana asociados con proteínas G. Estos receptores median la inhibición por melatonina de la adenilato ciclasa (y en el caso del receptor MT<sub>2</sub>, de la guanilato ciclasa) y participan en la acción de la melatonina sobre la fase y amplitud de los ritmos circadianos. Por su liposolubilidad la melatonina atraviesa las membranas y se asocia con proteínas citoplasmáticas como calmodulina y tubulina, con importantes cambios en el citoesqueleto (Benitez-King, 2006). Por último la melatonina accede al núcleo celular donde también se han descrito sitios receptores, no totalmente identificados aún. El receptor nuclear de la melatonina pertenece a la superfamilia de los receptores huérfanos RZR/ROR y participa en la inmunomodulación (Hardeland y col., 2011).

Tanto en el citoplasma como en el núcleo celular la melatonina tiene importantes efectos antioxidantes y de *scavenger* (barredor) de radicales libres, en gran parte independientes de receptor (Hardeland y col., 2011). Estos efectos se ejercen de tres maneras: (a) La melatonina tiene actividad de *scavenger*. (b) La melatonina se metaboliza a otros compuestos de gran actividad antioxidante. (c) La melatonina es un antioxidante indirecto, estimulando la síntesis de enzimas antioxidantes e inhibiendo la de enzimas prooxidantes. Existe también un efecto antiapoptótico y citoprotector de la melatonina ejercido en condiciones de isquemia (no relacionado con radicales libres) y atribuibles a una actividad estabilizadora de la membrana mitocondrial (Acuña-Castroviejo y col., 2012).

### ■ 3. ESTUDIOS BÁSICOS SOBRE LA INTERACCIÓN DE LA MELATONINA Y LAS BENZODIACEPINAS (BZP)

El ácido gamma-aminobutírico (GABA) es el principal neurotransmisor inhibitorio del SNC presente en interneuronas de circuitos cerebrales, en neuronas de proyección en algunas áreas cerebrales, en las células horizontales en retina y por sobre todo, en la mayoría de las neuronas de los NSQ (Moore y Speh, 1993). Hacia comienzos de los '80 no había idea clara de los sistemas neuronales afectados por la melatonina en el SNC pero el GABA era un candidato posible. Nos manejamos con la premisa que para demostrar que un neurotransmisor estaba implicado en la acción de la melatonina dos requisitos debían cumplirse: (a) el neurotransmisor debía mostrar cambios dinámicos como consecuencia de la inyección de melatonina; (b) la obliteración funcional del neurotransmisor debía modificar de manera significativa el efecto de

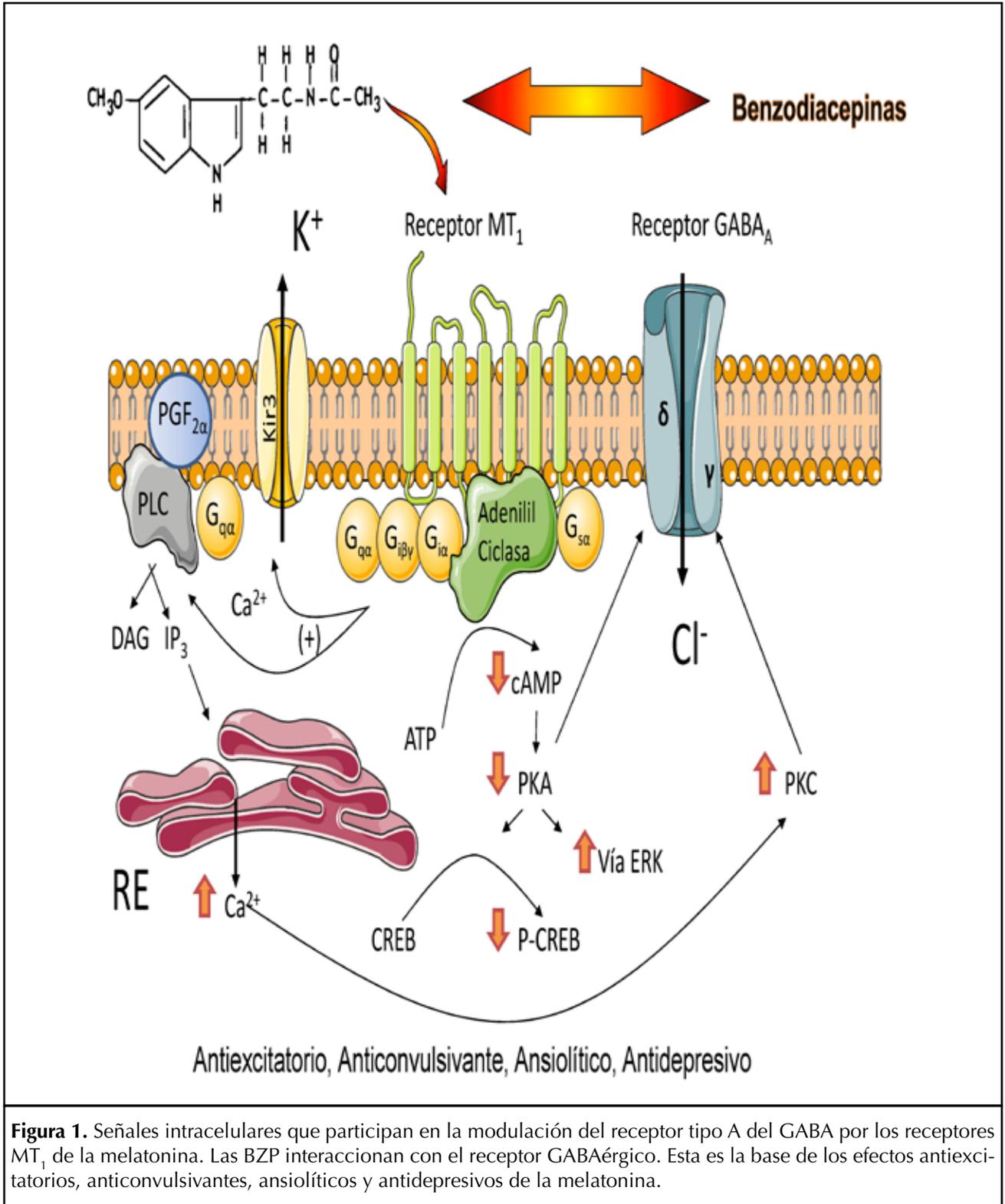
la melatonina. Cabe señalar que existían datos indicando que las vías monoaminérgicas no eran importante para el efecto cronobiótico de la melatonina ya que la inyección intraventricular de 6-hidroxidopamina y/o 5,7-dihidroxitriptamina, que suprime los niveles de catecolaminas e indolaminas, no alteraban la acción resincronizadora de melatonina en los cambios de fase de los ritmos circadianos.

Dedicamos entonces considerables esfuerzos para examinar la participación de neuronas GABAérgicas en los efectos cerebrales de la melatonina (Rosenstein y Cardinali, 1990). Ante la activación de receptores de GABA tipo A se inhibe el disparo neuronal mediante el aumento de la conductancia al Cl<sup>-</sup>, un efecto alostéricamente modificado por las BZP. En nuestro laboratorio se demostró una ritmicidad diurna en el número de receptores de alta afinidad para GABA y BZP en cerebro de rata que se alteraba con la pinealectomía y se restauraba por la administración de melatonina. Dado que las mediciones del contenido arrojaban una mala evaluación de la dinámica del transmisor estudiamos los ritmos circadianos del *turnover* de GABA en la corteza cerebral, el hipotálamo medio basal (HMB), el cerebelo y la glándula pineal de hámsteres mantenidos bajo iluminación compatible con días largos o cortos. En días largos (es decir, 14 horas de luz por día), el recambio del GABA en la corteza cerebral, PMBH, el cerebelo y la glándula pineal exhibió una relación de fase significativa, mostrando valores máximos hacia la primera mitad de la noche (Cardinali y col., 1997)

Que los cambios en el GABA en el cerebro de hámster están asociados con cambios concomitantes en la activación del receptor GABA tipo A se demostró por distintos experi-

mentos en los que estudiamos el fenómeno fisiológicamente relevante del receptor GABA A, el ionóforo de Cl<sup>-</sup> (Rosenstein y Cardinali, 1986). Pudimos determinar entonces que la melatonina afectaba significativamente a este sistema de neurotransmisión cerebral. Otros grupos de investigación establecieron la participación en la acción de la melatonina de receptores MT<sub>1</sub> y de las señales intracelulares desencadenadas por éstos (Fig. 1).

El segundo criterio que nos habíamos planteado como necesarios para caracterizar al GABA como efector específico de la melatonina era que la obliteración funcional del neurotransmisor debía modificar de manera significativa el efecto de la melatonina. Hacia 1989 se incorporó a nuestro grupo de investigación Diego Andrés Golombek, un Licenciado en Ciencias Biológicas recién graduado de la UBA, con el objetivo de incorporar metodologías cronobiológicas a las líneas de investigación en marcha. Golombek demostró en una serie de trabajos muy ingeniosos la dependencia de la actividad de la melatonina sobre diversos parámetros conductuales de la integridad de los mecanismos GABAérgicos (Golombek y col., 1992). Entre estos parámetros se estudió la actividad locomotora del hámster, la analgesia en el ratón (base del uso de la melatonina en cuadros de hiperalgesia central como la fibromialgia, cefaleas y colon irritable), la actividad anticonvulsivante (base del uso de melatonina como droga antimicrobial) y su efecto ansiolítico (utilizado hoy, como veremos, en clínica para reducir el consumo de BZP). Estos trabajos fueron los primeros en identificar que la acción central de la melatonina en el sistema GABAérgico y de BZP explica la actividad cronobiótica de la molécula (Golombek y col., 1996).

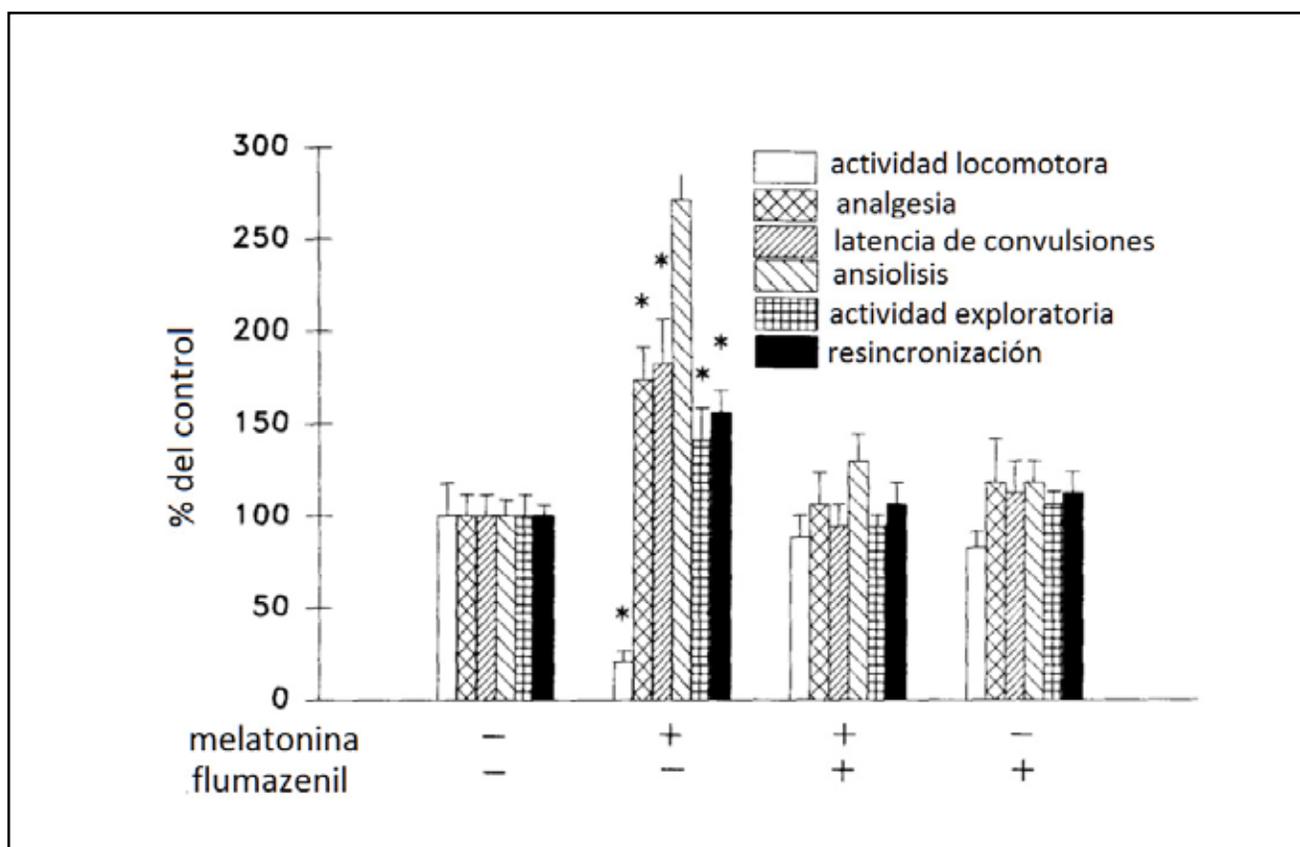


**Figura 1.** Señales intracelulares que participan en la modulación del receptor tipo A del GABA por los receptores MT<sub>1</sub> de la melatonina. Las BZP interaccionan con el receptor GABAérgico. Esta es la base de los efectos antiexcitatorios, anticonvulsivantes, ansiolíticos y antidepresivos de la melatonina.

La Fig. 2 resume una serie de estudios llevados a cabo por Golombek para definir la participación de mecanismos GABAérgicos del cerebro en los efectos conductuales de

la melatonina en roedores. En primer término caracterizó la cronofarmacología de la melatonina para los diversos parámetros conductuales determinados. Para lograr una efec-

tiva inhibición de la actividad GABAérgica se empleó flumazenil, un antagonista del receptor BZP con cierta actividad agonista inversa del receptor. Así efectos de la melatoni-



**Figura 2.** Bloqueo por flumazenil, un bloqueante de receptores centrales de BZP, del efecto de la melatonina sobre varias conductas en rata, ratón y hámster. Datos de Golombek y col. (1992).

na como el de la analgesia, comportamiento locomotor, convulsiones, actividad exploratoria, ansiolisis y resincronización circadiana fueron inhibidos por la administración de flumazenil (Fig. 2) (Golombek y col., 1993).

#### ■ 4. ESTUDIOS CLÍNICOS SOBRE LA INTERACCIÓN DE LA MELATONINA Y LAS BZP

Con la introducción de la melatonina (Melatol<sup>®</sup>) como fármaco para el tratamiento del insomnio en adultos mayores autorizada por ANMAT para su uso en el mercado argentino pudieron hacerse los primeros estudios en ancianos internados en el Centro Médico Ingeniero A. Rocca, Hospital Italiano de Buenos Aires, entonces dirigido por el distinguido gerontólogo Isidoro Fainstein. El primero fue un estudio piloto de corto

plazo diseñado para evaluar la eficacia y tolerancia de la melatonina en el tratamiento de los trastornos del sueño en adultos mayores (Fainstein y col., 1997). Se estudiaron 41 pacientes (28 mujeres y 13 hombres, promedio de edad 74 años) agrupados en: (a) 22 pacientes con trastornos del sueño; (b) 9 pacientes con trastornos del sueño y síntomas de depresión; y (c) 10 pacientes con trastornos del sueño y demencia. Todos los pacientes recibieron 3 mg de melatonina en cápsulas de gelatina por vía oral 30 min antes de acostarse, durante 21 días. La calidad del sueño y el alerta durante el día fueron evaluados globalmente, por medio de consultas clínicas estructuradas y de agendas del sueño completadas por los pacientes (o por quienes los cuidaban en el caso de los pacientes con demencia). Comenzando en el 2° o 3° día del tra-

tamiento, la melatonina mejoró significativamente la calidad del sueño y disminuyó el número de despertares en pacientes con trastornos del sueño con o sin depresión asociada. La estimación de la función del día siguiente (es decir, alerta matutina y durante el día) mejoró significativamente sólo en los pacientes que mostraban exclusivamente trastornos del sueño. Si bien los pacientes con demencia no revelaron mejoría significativa de la calidad del sueño, la agitación vespertina disminuyó significativamente en 70% de ellos. Esto se reflejó en el coeficiente de varianza a la hora de acostarse, el que disminuyó significativamente en pacientes con demencia cuando fue reevaluado en los días 19 a 21 del tratamiento. Cuatro (31%) de los 13 pacientes con insomnio primario que recibían BZP como tratamiento en forma concomitante redujeron la

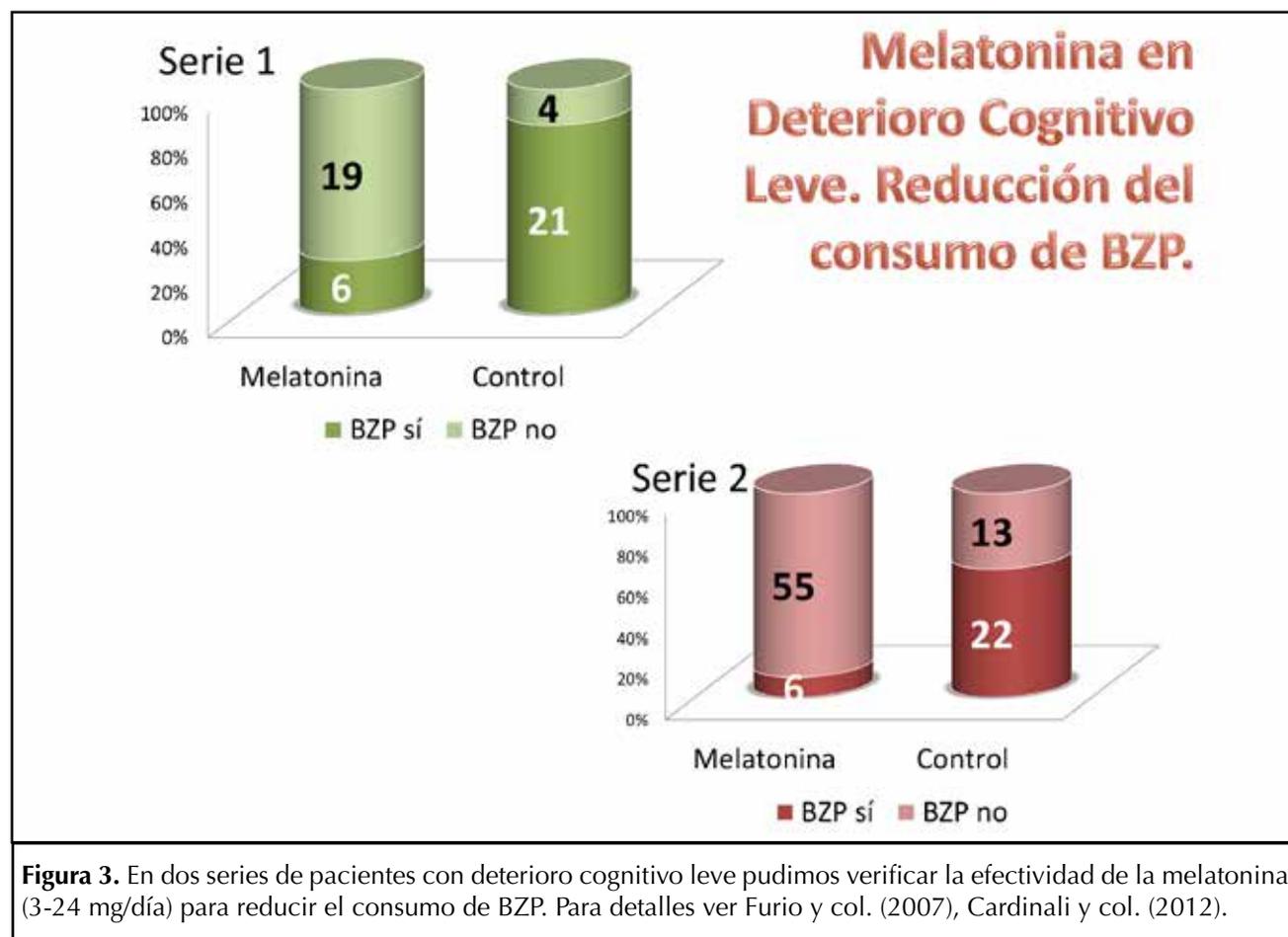
dosis (del 50 al 75% de la dosis inicial) y 4 (31%) discontinuaron el uso de estos agentes hipnóticos. De los 7 pacientes con depresión y 7 con enfermedad de Alzheimer que recibieron BZP en forma concomitante, 2 (29%) en cada grupo redujeron el uso en más del 50%. No fueron reportados efectos colaterales atribuibles al tratamiento con melatonina (Fainstein y col., 1997). Así se confirmó la sospecha que teníamos de tiempo atrás: la melatonina podía ser efectiva para sacar de la dependencia de BZP a los pacientes.

En el mismo año Dagan y col. (1977) publicaron un reporte de un caso sobre la eficacia de 1 mg de melatonina de liberación controlada para interrumpir el uso de BZP en una mujer de 43 años que había sufrido de insomnio durante los últimos 11 años. Ese mismo grupo

de investigación publicó en 1999 en un estudio doble ciego, controlado con placebo en 34 pacientes ambulatorios con edad entre 40-90 años con insomnio primario, que tomaban BZP y que tenían bajo niveles de producción de melatonina (Garfinkel y col., 1999). Catorce de los 18 sujetos que habían recibido melatonina (2 mg de liberación prolongada) discontinuaron la terapia con BZP vs. 4 de 16 en el grupo con placebo.

Otro estudio abierto de nuestro grupo de investigación apoyó la eficacia de la melatonina de liberación rápida para disminuir el uso de BZP. Examinamos la seguridad y eficacia de la melatonina en 22 mujeres con insomnio a las que administramos 3 mg de melatonina por vía oral diariamente durante 6 meses, 30 min antes del tiempo de sueño esperado

(Siegrist y col., 2001). Veinte de las 22 pacientes recibían BZP y continuaron con su ingesta durante el tratamiento. Al cabo de los 6 meses no se observaron cambios en los niveles séricos de prolactina, FSH, TSH o estradiol ni hubo ninguna indicación de alteración hematológica o bioquímica en análisis de rutina. La melatonina aumentó significativamente la calidad y duración del sueño y disminuyó la latencia del sueño y el número de episodios de despertar. También mejoró el estado de alerta al día siguiente. La excreción urinaria del metabolito de la melatonina 6-sulfatoximelatonina se correlacionó con la edad en este grupo de pacientes. Trece de los 20 pacientes que tomaban BZP abandonaron su uso y en otros 4 pacientes se redujo la dosis de BZP al 25-66 % de la dosis inicial (Siegrist y col., 2001).



En colaboración con el Dr. Ignacio Brusco estudiamos distintos aspectos de la aplicación de melatonina en pacientes con enfermedad de Alzheimer (EA) (Brusco y col., 1998a; Brusco y col., 1998b). Pudimos verificar su efecto beneficioso en los trastornos del sueño y en la agitación vespéral así como en la evolutividad de la enfermedad. Pero esta acción terapéutica fue mucho más clara en el deterioro cognitivo leve, un síndrome heterogéneo etiológicamente definido por el déficit cognitivo como pródrómo de la demencia tipo Alzheimer. En nuestro laboratorio hemos reportado dos análisis retrospectivos de pacientes ambulatorios con deterioro cognitivo leve que habían recibido diariamente 3-24 mg de melatonina p. o. antes de acostarse durante 15 a 60 meses (Cardinali y col., 2012; Furio y col., 2007). Hubo una mejora significativa del rendimiento cognitivo y emocional y los ciclos de sueño / vigilia diaria en ambos grupos. Como se muestra en la Fig. 3, la comparación del perfil de medicación de pacientes con deterioro cognitivo leve indicó que 21 de 25 pacientes en el grupo control de la serie 1 y 22 de 35 pacientes en el grupo control de la serie 2 requirieron BZP mientras que sólo 6 de 25 pacientes en la serie 1 y 6 de 61 pacientes en la serie 2 tratados con melatonina requirieron BZP como tratamiento. Ninguno de los pacientes tratados con melatonina evolucionó a EA.

¿Cuál es la situación actual en relación a estos efectos cronobiológicos de la melatonina sobre el sueño que observamos en nuestros iniciales estudios clínicos? En relación al sueño, se sucedieron varios estudios en general indicativos de un efecto significativo regulador del sueño de la melatonina y un reciente meta-análisis así lo avala (Ferracioli-Oda y col., 2013). En este meta-análisis se incluyeron 19 estudios que involu-

craron 1683 sujetos. La melatonina demostró eficacia significativa en la reducción de la latencia del sueño y en el aumento del tiempo total de sueño. Los ensayos de mayor duración y el uso de dosis más altas de melatonina demostraron mayores efectos. La calidad del sueño mejoró significativamente en los sujetos que tomaron melatonina (Ferracioli-Oda y col., 2013).

Otro hecho relevante ha sido la aprobación como fármaco para el tratamiento del insomnio en los gerontes por la EMA en 2007 de una forma de liberación prolongada de 2 mg de melatonina (Circadin<sup>R</sup>, Neurim, Tel-Aviv). La melatonina adquirió así un status que permite su incorporación en el vademécum de varios países europeos. Fue enfatizado el hecho que con la melatonina no hay evidencia de dependencia, síndrome de abstinencia, insomnio de rebote o influencia negativa en el estado de alerta durante el día. La prevalencia del insomnio primario varía entre el 1 % a 10 % de la población general y hasta un 25-30 % en los ancianos, para los cuales el tratamiento del insomnio es una clara necesidad médica. Así los costos directos e indirectos del insomnio representan una carga económica social sustancial. Las BZP y los agonistas del receptor de BZP (drogas Z: zolpidem, zaleplon, zopiclona) son los fármacos más comúnmente prescritos para el tratamiento del insomnio (Mandrioli y col., 2010). Varios meta-análisis de los riesgos y beneficios de estas opciones terapéuticas en pacientes de edad avanzada han reportado mejorías estadísticamente significativas del sueño, pero también han reportado un riesgo estadísticamente significativo de eventos adversos entre ellos algunos que constituyen una amenaza para la vida (Winkler y col., 2014). De hecho estos medicamentos sólo están aprobados por las autoridades regu-

latorias en tratamientos de no más de algunas semanas de duración debido a razones de seguridad.

Las drogas Z se usan, a diferencia de las BZP, exclusivamente para el tratamiento del insomnio y se supone que tienen una menor tendencia a inducir dependencia física y adicción que las BZP (Morin y Willett, 2009). Sin embargo, su seguridad sigue siendo motivo de preocupación. Ambos tipos de drogas producen a largo plazo tolerancia y adicción. Se han reportado efectos adversos en más del 40 % de los usuarios de ambos tipos de drogas sin diferencia entre las BZP y las drogas Z. En varios países se constata el consumo en exceso de BZP y de drogas Z, usadas por tiempos mucho más largos que las 4 semanas indicadas.

Uno de ellos es la Argentina. En el año 2011 se prescribieron en nuestro país más de 3 millones de recetas de medicamentos para dormir: un 22% más que 5 años atrás según registros del Sindicato Argentino de Farmacéuticos y Bioquímicos. Por año se venden 28 millones de unidades y unos 5 millones de argentinos consumen regularmente medicamentos para dormir (recetados y de venta libre). En el año 2013 el consumo de BZP creció más de 5% con respecto al año previo. Según un informe reciente, el clonazepam lidera el ranking de medicamentos con receta archivada más vendidos en el país entre enero y septiembre de 2013, con 6,4 millones de cajas seguido por el alprazolam (5,6 millones de cajas). El consumo de clonazepam, calculado por número de habitantes, es uno de los más altos del mundo, aunque se trata de una medicación con indicaciones muy precisas.

Así es claro que existe un uso abusivo de las BZP y drogas Z, que son los medicamentos más receta-

dos para dormir. Existe por lo tanto la necesidad de programas de educación masiva que alerten sobre estas consecuencias de la automedicación y sistemas de control más elaborados para evitar la venta ilegal sin receta archivada.

En Europa, las autoridades sanitarias han iniciado políticas y recomendaciones con el fin de disminuir el consumo de BZP y drogas Z. Sin embargo, las campañas no han tenido en general éxito, y a pesar de las directrices y recomendaciones nacionales, el uso de estas drogas ha seguido en aumento. La eficacia de la melatonina para reducir el consumo de BZP ha adquirido por lo tanto gran relevancia.

En un estudio retrospectivo de los datos de prescripción de melatonina de una base de datos longitudinal alemana se incluyeron a todos los pacientes que la utilizaron en el periodo abril de 2008 - febrero de 2009. De los 512 pacientes elegibles, 112 (22 %) eran usuarios de BZP/drogas Z. Aproximadamente un tercio de los pacientes interrumpieron el tratamiento con dichas drogas después de la administración de melatonina avalando así los efectos observados tempranamente en nuestro laboratorio (Kunz y col., 2012).

Otro reciente estudio farmacoepidemiológico tuvo como objetivo analizar y evaluar el impacto de la disponibilidad en el mercado de melatonina en las campañas para reducir el consumo de BZP/drogas Z vigentes en varios países europeos. En su conclusión se destaca que las campañas fracasaron cuando no se asociaron con la disponibilidad y reembolso de melatonina como agente de reemplazo (Clay y col., 2013).

Un estudio de vigilancia posterior a la comercialización de la melatonina de liberación prolongada (2

mg) se realizó en Alemania. Se examinó el efecto de 3 semanas de tratamiento sobre el sueño en 597 pacientes. La mayoría de los pacientes (77%) que utilizaban hipnóticos tradicionales antes del tratamiento de melatonina había dejado de usarlos y sólo el 5,6% de los pacientes no tratados previamente había iniciado dichos fármacos después de la interrupción de la melatonina (Hajak y col., 2015). Una ventaja importante del uso de la melatonina como un cronobiótico es que tiene un perfil muy seguro, por lo general es muy bien tolerado y, en algunos estudios, se ha administrado a pacientes a dosis muy grandes y durante largos períodos de tiempo sin ninguna potencialidad de abuso.

En conclusión, una gran proporción de los pacientes insomnes en tratamiento con BZP fallan en lograr una recuperación completa y sostenida y presentan síntomas residuales que hacen la recaída o recurrencia de la enfermedad más probable. Dado el impacto en la calidad de vida producido por el insomnio es necesario prestar más atención a la hora de evaluar el efecto del tratamiento sobre el funcionamiento diario de los pacientes. En este sentido, la mayoría de los problemas de seguridad con el uso de hipnóticos tipo BZP / drogas Z no se aplican a la melatonina, un hecho reconocido por la Asociación Británica de Psicofarmacología que recomendó la melatonina como tratamiento de primera línea en el insomnio pacientes mayores de 55 años y más (Wilson y col., 2010).

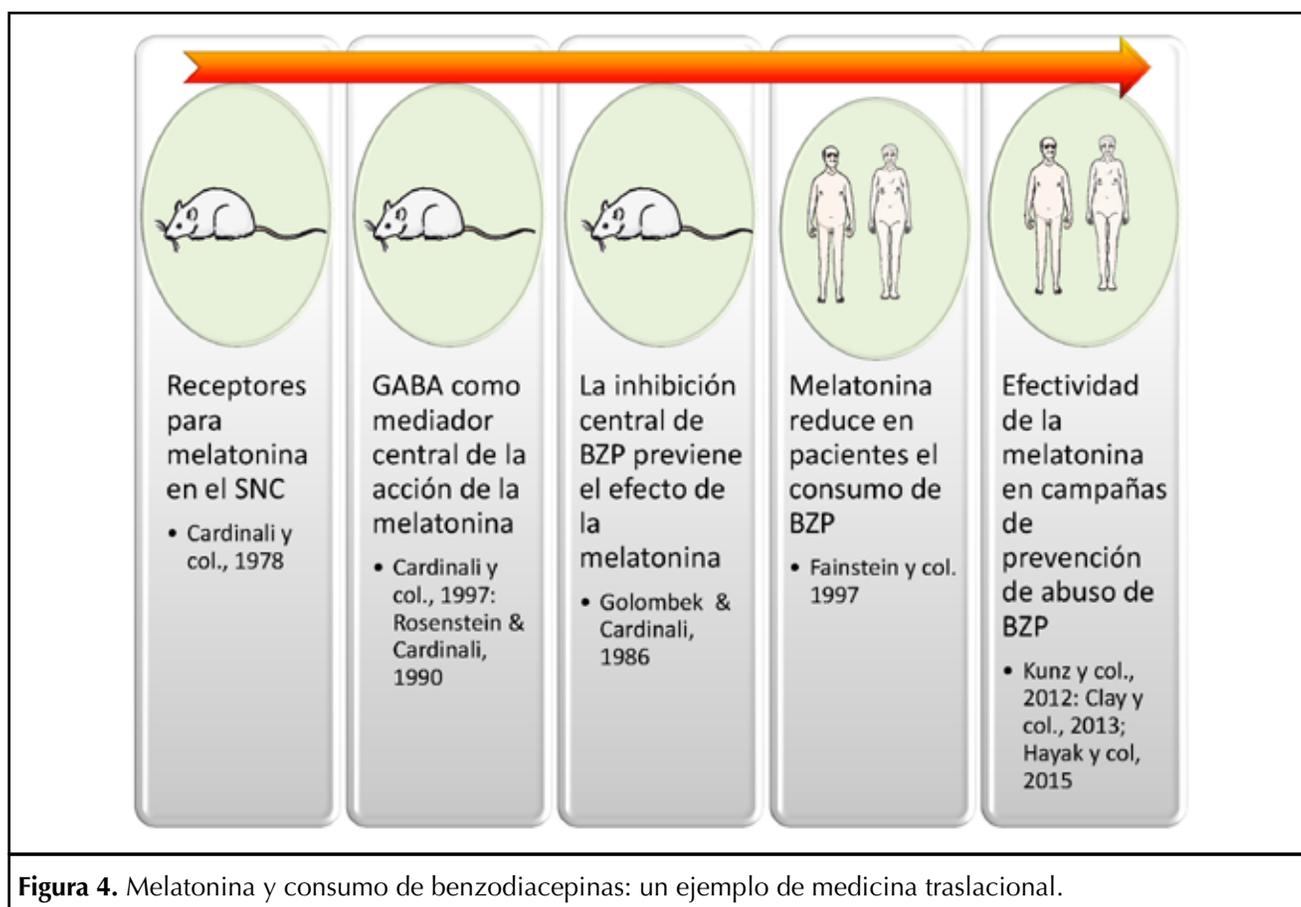
La medicina traslacional es una disciplina dentro de la investigación biomédica y en salud pública que tiene como objetivo mejorar la salud de los individuos y de la comunidad facilitando la "traducción" de los conocimientos básicos en las ciencias biomédicas en herramientas de diag-

nóstico y tratamiento de las enfermedades. Por un lado implica orientar el conocimiento de las ciencias básicas en la producción de nuevas terapias y procedimientos diagnósticos que hacen al directo tratamiento de las patologías. Por otro lado, busca asegurar que los nuevos tratamientos y el conocimiento científico lleguen a los enfermos y poblaciones para quienes son diseñados, y que sean implementados correctamente. Lo que acá resumimos es la experiencia de nuestro grupo de investigación como desarrollador de un concepto básico (interacción melatonina-BZP) y como iniciador de su aplicación clínica para reducir el consumo de BZP en pacientes insomnes, hecho reconocido hoy por estudios farmacoepidemiológicos. La melatonina se convierte así en la terapéutica de elección para reducir la dependencia de BZP en el tratamiento del insomnio en adultos mayores. Lo mostrado acá ejemplifica el concepto de medicina traslacional llevada a cabo totalmente en el país y con el apoyo de CONICET, La Universidad de Buenos Aires y la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica

## ■ 5. ALMA MÁTER

Como científico he tenido el enorme privilegio de desempeñar mi tarea íntegramente en el CONICET, al que puedo definir como mi alma máter. Alma máter ("madre nutricia") es un término que define desde hace cientos de años a la universidad en la cual uno se formó. La idea detrás es que la sabiduría era dada en ese momento y que luego persistía por toda la vida del egresado. Para un científico alma máter representa mucho más.

En mi caso, estrictamente identifico dos instituciones que representan lo que alma máter quiere expresar. Una es el CONICET, al cual estuve



**Figura 4.** Melatonina y consumo de benzodiacepinas: un ejemplo de medicina traslacional.

vinculado por casi medio siglo desde mi Beca de Iniciación en 1968 y lo sigo estando como Investigador Superior contratado. Esto tiene una cierta imprecisión, porque el CONICET no es una universidad, pero su meritocrático sistema de evaluación permanente fue un constante estímulo en mi carrera y de alguna manera la “madre nutricia” que esculpió mi perfil científico y alimentó mi accionar. Si el sistema de evaluación permanente del CONICET se hubiera extendido a otras áreas de gestión y gobierno de la Argentina, otro hubiera sido el destino de nuestro país.

La segunda alma máter es la Universidad de Buenos Aires, también aquí utilizando el término con imperfección porque yo no me gradué en ella. Comencé mi vínculo con la UBA como Profesor Adjunto de Fisiología en la Facultad de Odontología en 1983 y luego de mi in-

corporación como Profesor Titular de la misma materia en la Facultad de Medicina en 1986 pude experimentar cuál era la verdadera acepción del término alma máter para un científico y docente.

Mi primera experiencia al respecto fue la casual elección del laboratorio dónde ubicar mis equipos, en el Instituto de Fisiología, sito en el 7° piso de la Facultad en la calle Paraguay. El Profesor Alejandro Paladini, distinguido docente y excepcional científico, entonces Director del Departamento de Química Biológica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, era quien sufría en el 6° piso las obras de refacción de mi laboratorio. Un día Paladini me dijo “Mire Cardinali, en ese laboratorio que Ud. está modificando Leloir, Fasciolo, Taquini, Muñoz y Braun Menéndez purificaron la angiotensina, y yo, como ayudante alumno,

los asistía”. No sé si este comentario se trataba de una advertencia para que no alejara a los espíritus célebres de su sitio de reposo, pero me hizo experimentar la primera sensación de alma máter en el lugar.

Una frase muy repetida de Bernardo de Chartres, un maestro de la Filosofía del siglo XII, señala que cuando tenemos la fortuna de subirnos como enanos a los hombros de gigantes, podemos ver más, y más lejos que ellos, no por la agudeza de nuestra vista ni por la altura de nuestro cuerpo, sino porque somos levantados por su gran altura.

Una experiencia plena de esta sensación la tuve cuando pude pasar horas en la antigua biblioteca del Instituto de Fisiología. El cuadro era surrealista: uno entraba y veía los anaqueles polvorientos de lo que había sido la biblioteca más impor-

tante de América Latina en el área, hasta los años 60, etapa en que no sólo esta biblioteca sino la cultura toda se detuvo en el país. Fue un gran placer leer los debates sobre por ejemplo, el control neural de las glándulas endocrinas, en textos de Walter Cannon o Harry Friedgood, que inspiraron fuertemente nuestro trabajo (Cardinali 2014).

Ciertamente los “enanos a hombros de gigantes” no se limitan a repetir lo ya dicho, sino que al apoyarse en sus predecesores ven efectivamente más cosas y llegan más lejos (si bien es cierto que no olvidan lo que deben a quienes les abrieron camino en el pensamiento). En ese sentido tuvo en mi carrera una gran influencia el contacto con Richard J. Wurtman en mi estadía en Boston. Wurtman era Profesor de Neurociencias en el Instituto Tecnológico de Massachusetts dentro del proyecto conjunto MIT-Harvard, había sido un dilecto discípulo del premio Nobel Julius Axelrod y yo tuve la posibilidad de admirar la extraordinaria visión fisiológica de ambos en aquel momento.

Al pasar, quisiera transmitir a los jóvenes interesados en la ciencia la pérdida que sin casi percibirlo hemos experimentado con los extraordinarios avances de las fuentes bibliográficas digitalizadas. ¡Qué daño irreparable ha sido perder aquellas visitas periódicas a la biblioteca, con sus paneles en los que se exhibía el último número recibido de las revistas, que permitían que un tema no buscado entrara por el rabillo del ojo en una típica visión lateral, haciéndonos prestar atención a un insospechado tema nuevo! Todo eso se ha perdido hoy, y para colmo de males, hemos perdido también la herencia de los gigantes: ¿qué científico joven se preocupa hoy por los trabajos que no están digitalizados, la gran mayoría de la producción en

la ciencia de antes de los ‘60?

En todo caso, el alma máter de la UBA inspiró por un cuarto de siglo la actividad científica y docente de mi laboratorio. La libertad académica con la pude llevar a cabo esta tarea ha sido impecable y por ello estoy muy agradecido a la UBA como institución.

En los últimos 15 años me he volcado en forma creciente a actividades vinculadas con la Educación Médica. Fui entre 1997 y 2002 Miembro de la Comisión Asesora del Área Médica, Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU), Ministerio de Cultura y Educación. Esta Comisión elaboró los instrumentos técnicos con que hoy se evalúan las Carreras de Medicina en el país. Desde 1998 hasta el año 2000 fui Coordinador del Proyecto de Cambio Curricular en la Carrera de Medicina, Facultad de Medicina, UBA. Entre el año 2003 y 2008 actué como Coordinador del Grupo de Educación Médica de la Facultad de Medicina, Universidad Falavero y desde mayo del 2009 me desempeño como Director del Departamento de Docencia e Investigación, Facultad de Ciencias Médicas, Pontificia Universidad Católica Argentina.

Cualquier obra científica, por brillante que sea, es incompleta si no está vinculada con la formación de discípulos. Siempre sostuve que para alcanzar el estamento más alto de la carrera de investigador, lo decisivo debía ser, ya no la producción individual sino la calidad de los discípulos formados. En ello he sido afortunado. Muchos de mis discípulos tesis y posdoctorandos ocupan hoy posiciones de importancia en Universidades e Institutos de Investigación del país y en el exterior.

Dentro del país debo mencionar

a la Dra. María I. Vacas, Profesora de Bioquímica, Facultad de Medicina, Instituto Universitario del Hospital Italiano, Buenos Aires, a la Dra. Ruth E. Rosenstein, Profesora Titular de Bioquímica, Facultad de Medicina, UBA, Investigador Principal del CONICET y merecedora de la Beca Guggenheim, al Dr. Diego A. Golombek, Profesor Titular de Fisiología, Universidad de Quilmes e Investigador Principal del CONICET, quien también recibiera la Beca Guggenheim, al Dr. Horacio E. Romeo, Profesor Titular, Facultad de Ciencias Médicas, Pontificia Universidad Católica Argentina e Investigador Independiente, CONICET, al Dr. Eduardo Chuluyan, Investigador Principal del CONICET, Centro de Estudios Farmacológicos y Botánicos (CEFYO), Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, a la Dra. Mónica N. Ritta, Profesora Asociada de Química Orgánica y Biológica, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Lomas de Zamora e Investigador Independiente del CONICET, al Dr. Salvador Guinjoan, Jefe de la Sección de Neuropsiquiatría, FLENI, Buenos Aires, Investigador Clínico Independiente, CONICET y Profesor Adjunto de Psiquiatría, Facultad de Medicina, UBA, al Dr. Luis Ignacio Brusco, Investigador Clínico Independiente, CONICET y Profesor Titular de Psiquiatría, Facultad de Medicina, UBA y al Dr. Daniel E. Vigo, Profesor Titular, Facultad de Ciencias Médicas, Pontificia Universidad Católica Argentina e Investigador Adjunto, CONICET.

Otros ocupan posiciones expectantes en el exterior, como el Dr. Pedro R. Lowenstein, Professor of Neurosurgery and Professor of Cell and Developmental Biology, *University of Michigan*, el Dr. Pablo V. Gejman, Professor of Psychiatry, Director, *Center for Psychiatric Genetics, Department of Psychiatry, The Pritzker*

*School of Medicine, The University of Chicago*, el Dr. Javier Stern, Professor of Physiology, *Georgia Health Sciences University*, Augusta, el Dr. Guillermo González Burgos, Associate Professor, *Translational Neuroscience Program, Department of Psychiatry, University of Pittsburgh*, el Dr. Darío Acuña Castroviejo, Catedrático de Fisiología. Facultad de Medicina, Universidad de Granada y la Dra. Ana I. Esquifino, Catedrático de Bioquímica, Facultad de Medicina, Universidad Complutense, Madrid.

## ■ 6. UNA ÚLTIMA REFLEXIÓN

Ella tiene que ver con el término serendipia. ¿Hubiera sido posible esta historia sin la ayuda de la fortuna, independientemente del talento que el investigador pudiera haber tenido? Según la wikipedia una serendipia es un descubrimiento o un hallazgo afortunado e inesperado que se produce cuando se está buscando otra cosa. También puede referirse a la habilidad de un sujeto para reconocer que ha hecho un descubrimiento importante aunque no tenga relación con lo que busca. En términos más generales se puede denominar así también a la casualidad, coincidencia o accidente, o más en criollo, "chiripa".

Debo reconocer que mi historia no sería posible sin la fortuna de haber coincidido cronológicamente con el nacimiento de un tema, el de la melatonina. La melatonina es hoy una gran esperanza como medicación de la disrupción del ritmo sueño/vigilia en nuestra Sociedad 24/7 y tiene en el futuro amplios usos. ¿Cómo prevendremos la insostenible carga de la enfermedad de Alzheimer y otras enfermedades neurodegenerativas si no contáramos con recursos preventivos de bajo costo e inoocuos como la melatonina? ¿Por qué no probióticos o

lácteos fortalecidos con neuroprotectores?

## ■ BIBLIOGRAFÍA

Acuña-Castroviejo, D., Carretero, M., Doerrier, C., Lopez, L.C., Garcia-Corzo, L., Tresguerres, J.A., Escames, G., 2012. Melatonin protects lung mitochondria from aging. *Age (Dordr. )* 34, 681-692.

Axelrod, J., 2003. Journey of a late blooming biochemical neuroscientist. *J. Biol. Chem.* 278, 1-13.

Benitez-King, G., 2006. Melatonin as a cytoskeletal modulator: implications for cell physiology and disease. *J. Pineal Res.* 40, 1-9.

Brusco, L.I., Marquez, M., Cardinali, D.P., 1998a. Melatonin treatment stabilizes chronobiologic and cognitive symptoms in Alzheimer's disease. *Neuroendocrinol. Lett.* 19, 111-115.

Brusco, L.I., Marquez, M., Cardinali, D.P., 1998b. Monozygotic twins with Alzheimer's disease treated with melatonin: Case report. *J. Pineal Res.* 25, 260-263

Cardinali, D.P., 1981. Melatonin. I A mammalian pineal hormone. *Endocr. Rev* 2, 327-346.

Cardinali DP. 2014. Cincuenta Años con la Piedra de la Locura. Apuntes Autobiográficos de un Científico Argentino. Edición del Autor, Buenos Aires. [www.daniel-cardinali.blogspot.com](http://www.daniel-cardinali.blogspot.com)

Cardinali, D.P., Golombek, D.A., Rosenstein, R.E., Cutrera, R.A., Esquifino, A.I., 1997. Melatonin site and mechanism of action: Single or multiple? *J. Pineal Res.* 23, 32-39.

Cardinali, D.P., Hyypä, M.T., Wurtman, R.J., 1973. Fate of intracis-ternally injected melatonin in the rat brain. *Neuroendocrinology* 12, 30-40.

Cardinali, D.P., Lynch, H.J., Wurtman, R.J., 1972. Binding of melatonin to human and rat plasma proteins. *Endocrinology* 91, 1213-1218.

Cardinali, D.P., Pandi-Perumal, S.R., Srinivasan, V., Spence, D.W., Trakht, I., 2008. Therapeutic potential of melatonin agonists. *Expert Rev. Endocrinol. Metab.* 3, 269-279.

Cardinali, D.P., Vacas, M.I., Boyer, E.E., 1978. High affinity binding of melatonin in bovine medial basal hypothalamus. *IRCS Medical Science* 6, 357.

Cardinali, D.P., Vacas, M.I., Boyer, E.E., 1979. Specific binding of melatonin in bovine brain. *Endocrinology* 105, 437-441.

Cardinali, D.P., Vigo, D.E., Olivar, N., Vidal, M.F., Furio, A.M., Brusco, L.I., 2012. Therapeutic application of melatonin in mild cognitive impairment. *Am. J. Neurodegener. Dis.* 1, 280-291.

Clay, E., Falissard, B., Moore, N., Toumi, M., 2013. Contribution of prolonged-release melatonin and anti-benzodiazepine campaigns to the reduction of benzodiazepine and Z-drugs consumption in nine European countries. *Eur. J. Clin. Pharmacol.* 69, 1-10.

Dagan, Y., Zisapel, N., Nof, D., Laudon, M., Atsmon, J., 1997. Rapid reversal of tolerance to benzodiazepine hypnotics by treatment with oral melatonin: a case report. *Eur. Neuropsychopharmacol.* 7, 157-160.

- Dubocovich, M.L., Delagrange, P., Krause, D.N., Sugden, D., Cardinali, D.P., Olcese, J., 2010. International Union of Basic and Clinical Pharmacology. LXXV. Nomenclature, classification, and pharmacology of G protein-coupled melatonin receptors. *Pharmacol. Rev* 62, 343-380.
- Fainstein, I., Bonetto, A., Brusco, L.I., Cardinali, D.P., 1997. Effects of melatonin in elderly patients with sleep disturbance. A pilot study. *Curr Ther Res* 58, 990-1000.
- Ferracioli-Oda, E., Qawasmi, A., Bloch, M.H., 2013. Meta-analysis: melatonin for the treatment of primary sleep disorders. *PLoS One*. 8, e63773.
- Furio, A.M., Brusco, L.I., Cardinali, D.P., 2007. Possible therapeutic value of melatonin in mild cognitive impairment: a retrospective study. *J. Pineal Res.* 43, 404-409.
- Garfinkel, D., Zisapel, N., Wainstein, J., Laudon, M., 1999. Facilitation of benzodiazepine discontinuation by melatonin: a new clinical approach. *Arch. Intern. Med.* 159, 2456-2460.
- Golombek, D.A., Escolar, E., Burin, L., De Brito Sanchez, M., Fernandez, D., Duque, D., Cardinali, D.P., 1992. Chronopharmacology of melatonin: inhibition by benzodiazepine antagonism. *Chronobiology International* 9, 124-131.
- Golombek, D.A., Martini, M., Cardinali, D.P., 1993. Melatonin as an anxiolytic in rats: Time-dependence and interaction with the central gabaergic system. *European Journal of Pharmacology* 237, 231-236.
- Golombek, D.A., Pevet, P., Cardinali, D.P., 1996. Melatonin effect on behavior: Possible mediation by the central GABAergic system. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 20, 403-412.
- Hajak, G., Lemme, K., Zisapel, N., 2015. Lasting treatment effects in a postmarketing surveillance study of prolonged-release melatonin. *Int. Clin. Psychopharmacol.* 30, 36-42.
- Hardeland, R., Cardinali, D.P., Srinivasan, V., Spence, D.W., Brown, G.M., Pandi-Perumal, S.R., 2011. Melatonin--a pleiotropic, orchestrating regulator molecule. *Prog. Neurobiol.* 93, 350-384.
- Kunz, D., Bineau, S., Maman, K., Milea, D., Toumi, M., 2012. Benzodiazepine discontinuation with prolonged-release melatonin: hints from a German longitudinal prescription database. *Expert Opin. Pharmacother.* 13, 9-16.
- Lerner, A.B., Case, J.D., Takahashi, Y., Lee, T.H., Mori, N., 1958. Isolation of melatonin, a pineal factor that lightens melanocytes. *J Am Chem Soc* 80, 2587.
- Lerner, A.B., Nordlund, J.J., 1978. Melatonin: clinical pharmacology. *J. Neural Transm. Suppl* 339-347.
- Lewy, A.J., Emens, J., Jackman, A., Yuhas, K., 2006. Circadian uses of melatonin in humans. *Chronobiol. Int* 23, 403-412.
- Mandrioli, R., Mercolini, L., Raggi, M.A., 2010. Metabolism of benzodiazepine and non-benzodiazepine anxiolytic-hypnotic drugs: an analytical point of view. *Curr. Drug Metab* 11, 815-829.
- Moore, R.Y., Speh, J.C., 1993. GABA is the principal neurotransmitter of the circadian system. *Neurosci. Lett.* 150, 112-116.
- Morin, A.K., Willett, K., 2009. The role of eszopiclone in the treatment of insomnia. *Adv. Ther.* 26, 500-518.
- Pandi-Perumal, S.R., Trakht, I., Srinivasan, V., Spence, D.W., Maestroni, G.J.M., Zisapel, N., Cardinali, D.P., 2008. Physiological effects of melatonin: role of melatonin receptors and signal transduction pathways. *Progr. Neurobiol.* 185, 335-353.
- Reiter, R.J., 1983. The pineal gland: an intermediary between the environment and the endocrine system. *Psychoneuroendocrinology* 8, 31-40.
- Rosenstein, R.E., Cardinali, D.P., 1986. Melatonin increases in vivo GABA accumulation in rat hypothalamus, cerebellum, cerebral cortex and pineal gland. *Brain Res.* 398, 403-406.
- Rosenstein, R.E., Cardinali, D.P., 1990. Central gabaergic mechanisms as targets for melatonin activity in brain. *Neurochem. Int.* 17, 373-379.
- Siegrist, C., Benedetti, C., Orlando, A., Beltran, J.M., Tuchscher, L., Nosedá, C.M., Brusco, L.I., Cardinali, D.P., 2001. Lack of changes in serum prolactin, FSH, TSH, and estradiol after melatonin treatment in doses that improve sleep and reduce benzodiazepine consumption in sleep-disturbed, middle-aged, and elderly patients. *J. Pineal Res.* 30, 34-42.
- Vacas, M.I., Cardinali, D.P., 1979. Diurnal changes in melatonin

binding sites of hamster and rat brains. Correlations with neuroendocrine responsiveness to melatonin. *Neurosci. Lett.* 15, 259-263.

Wilson, S.J., Nutt, D.J., Alford, C., Argyropoulos, S.V., Baldwin, D.S., Bateson, A.N., Britton, T.C., Crowe, C., Dijk, D.J., Espie, C.A.,

Gringras, P., Hajak, G., Idzikowski, C., Krystal, A.D., Nash, J.R., Selsick, H., Sharpley, A.L., Wade, A.G., 2010. British Association for Psychopharmacology consensus statement on evidence-based treatment of insomnia, parasomnias and circadian rhythm disorders. *J Psychopharmacol.* 24, 1577-1601.

Winkler, A., Auer, C., Doering, B.K., Rief, W., 2014. Drug treatment of primary insomnia: a meta-analysis of polysomnographic randomized controlled trials. *CNS. Drugs* 28, 799-816.

## Alicia Fernández Cirelli

por Oscar Varela

Siempre he admirado la capacidad de organización y la inteligencia de Alicia Fernández Cirelli. La conocí a mediados de los turbulentos años '70 cuando, próximo a obtener la Licenciatura en Química, buscaba un tema y director para el doctorado. En ese entonces, me sorprendió su juventud. En realidad Alicia había hecho una carrera universitaria brillante; había finalizado la Licenciatura en Química a los 21 años; se había doctorado a los 25 y a los 28 años había sido designada Profesora Adjunta (Interina) de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN) de la Universidad de Buenos Aires (UBA). Por su compromiso social y militancia, esta designación había tenido sus dificultades debido a los bruscos cambios políticos que operaban en el país en la mencionada década y que repercutían en la vida de los ciudadanos. Superadas dichas dificultades, la joven Profesora había comenzado a organizar su grupo de investigación orientado al estudio de la química de los hidratos de carbono y los polisacáridos naturales. En aquellos años se cruzaron nuestros caminos y desde entonces tuve la oportunidad de conocer a la Alicia directora, consejera, madre, colega, científica, funcionaria, en fin... a la Alicia mujer, en sus infinitas dimensiones.

Mencioné con anterioridad su extraordinaria capacidad de organi-



zación. Recuerdo, al comienzo de mi tesis, que casi simultáneamente podía leer un artículo científico, diseñar un experimento, preparar la clase que iba a desarrollar un poco más tarde y además ocuparse de cuestiones personales. Por ejemplo, recuerdo en esos años el alborozo por la eminente llegada de su primera hija, Mercedes. Pocos años después, nacieron también Karin y Alejandra para constituir un sólido núcleo familiar de contención afectiva y emocional.

El grupo de investigación de Alicia comenzó a crecer sostenidamente; mientras yo me ocupaba de estudiar reacciones clave para la síntesis de desoxiazúcares y azúcares modificados, Elisa Oliva comenzó a trabajar en el aislamiento, purificación y determinación estructural de polisacáridos de hongos. Estas líneas fueron luego continuadas por otros becarios y tesistas que se fueron incorporando al grupo. Asimismo, sur-

gieron otros temas de investigación, entre los cuales merece especial mención el de los tensioactivos derivados de hidratos de carbono, por su originalidad y potenciales aplicaciones. Esta temática ha dado lugar a una patente de invención.

Cuando la carrera científica de Alicia ya se encontraba consolidada, sin abandonar los estudios tradicionales de su laboratorio, su espíritu inquieto la llevó a incursionar en investigaciones sobre los recursos acuosos y la gestión de los mismos, temas relacionados con el medio ambiente y de carácter interdisciplinario. Inició estas investigaciones con un ímpetu renovado, después de una destacada actuación como Secretaria de Investigación de la UBA. En este aspecto contrasta con muchos otros investigadores, que no han podido reencauzar sus actividades científicas luego de un período prolongado de gestión académica. Así, el comienzo de siglo la sorprendió realizando arduas gestiones para crear un centro especializado. Como consecuencia de estas acciones surgió el Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (CETA), dependiente de la Universidad de Buenos Aires, al cual actualmente dirige y es reconocido como un centro de excelencia. Algunos años antes, había también participado en la gestión y creación, con profesores del Departamento de Química Or-

gánica (FCEN-UBA) de otro instituto, en este caso dependiente de CONICET, el Centro de Investigación en Hidratos de Carbono (CIHIDECAR). Dado que el CETA se estableció en la Facultad de Ciencias Veterinarias, Alicia se mudó a la misma con parte de su grupo y al cual sumó luego personal adicional. Con dedicación, entusiasmo y una cuota de estoicismo, arremetió en estas nuevas investigaciones logrando una productividad asombrosa. Basta señalar que de un total de 70 capítulos de libros publicados, 60 de ellos datan de los últimos 10 años. Para dimensionar en su justa medida a la Alicia científica, debe mencionarse que es también autora y/o editora de 45 libros, que acredita 145 trabajos publicados y 310 contribuciones en congresos nacionales, latinoamericanos e internacionales. Para alcanzar esta producción ha recibido numerosos subsidios de organismos nacionales e internacionales y ha sido directora de unos 60 proyectos. En el desarrollo de estos proyectos e investigaciones, Alicia formó recursos humanos de jerarquía, fundamentalmente en el posgrado con más de 20 Tesis Doctorales dirigidas. Formadora de formadores, muchos de sus discípulos han alcanzado posiciones académicas relevantes en el país y en el exterior, mientras que otros ocupan cargos de responsabilidad en la industria privada.

En paralelo a su actividad científico-académica, su participación en planificación y gestión en ciencia y tecnología es más que destacable. Comenzó, siendo muy joven, como Secretaria Académica de FCEN-UBA (1988-1992), para luego pasar a ocupar la ya mencionada y trascendente posición de Secretaria de Ciencia y Técnica de la Universidad de Buenos Aires, por dos períodos (1994-2002). Esta gestión es muy recordada por los numerosos logros (continuidad de becas y subsidios e implementación de otros, convenios

interuniversidades e internacionales, acercamiento constante a los profesores, etc.) y mostró a la Alicia con notable capacidad de gestión y planificación. En esos años, se desempeñó también como Directora de la Empresa de Prestación de Servicios y Transferencia Tecnológica de la Universidad de Buenos Aires (UBATEC) (1994-2002), como miembro del Comité Científico del Foro Regional UNESCO Mujeres, Ciencia y Tecnología en América Latina (1998-2002), como miembro del *Advisory Council of Inter-American Waters Resources Network* (IWRN) (1999-2002), como miembro del Comité Asesor de la Maestría de Ciencias Ambientales de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA (1999-2006) y también como Secretaria Adjunta del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) (2008-2011).

En la actualidad, tan activa como siempre, Alicia ocupa los siguientes cargos y posiciones que la distinguen. Es Profesora Titular Plenaria de la Universidad de Buenos Aires e Investigador Categoría 1 del Programa de Incentivos del Ministerio de Educación de la Nación, lo cual reconoce su meritoria labor docente a lo largo de varias décadas. Es Investigadora Superior del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET). También se desempeña como: Directora del Instituto de Investigaciones en Producción Animal (INPA-UBA-CONICET), Directora de la Maestría en Gestión del Agua, Facultad de Ciencias Veterinarias-UBA (Categoría A de CONEAU), Coordinadora de la Comisión Asesora para Becas e Ingresos para Temas Estratégicos CONICET, Punto de Contacto Nacional para el Servicio de Información Comunitario sobre Investigación y Desarrollo (CORDIS) de la Red del Séptimo Programa Marco de la Comisión Europea (desde 2012)

y como Coordinadora del Comité Académico Aguas, de la Asociación Universitaria Grupo de Montevideo (AUGM).

Como consecuencia de su prolífica labor en diversos ámbitos Alicia ha recibido numerosos y merecidos premios, comenzando con el Premio Enrique Herrero Ducloux, otorgado por la Asociación Química Argentina al mejor trabajo de Tesis Doctoral: "Hidratos de Carbono en *Cyttaria harioiti* Fischer. Estudio de la estructura de un polisacárido" (Bienio 1972-1974). A esta distinción continuaron, entre otros: Premio Profesor Doctor José Balseiro a las iniciativas universitarias en innovación tecnológica, otorgado por el Ministerio de Cultura y Educación, Foro de Ciencia y Tecnología para la Producción (1994); Reconocimiento a la Trayectoria y Testimonio de Bienvenida del Honorable Concejo Municipal de la Provincia Cercado Cochabamba, Bolivia (2007); Distinción del Rector de la UBA, con motivo de los reconocimientos científico-académicos de los años 2008 a 2012; Premio MERCOSUR 2010 de Ciencia y Tecnología en la categoría Integración por el trabajo: "El problema del arsénico en el Mercosur: Un abordaje integrado y multidisciplinario en la Investigación y Desarrollo para contribuir a su resolución", Montevideo, Uruguay (2011).

Las dotes intelectuales superiores de Alicia junto a su entusiasmo y laboriosidad le han proporcionado el reconocimiento de la comunidad universitaria y científica. Asimismo, estas capacidades y su sentido de la amistad han despertado afecto y admiración en los que hemos tenido la suerte de trabajar con ella. Por último, no quiero dejar de destacar que alcanzó todos sus logros sin descuidar nunca a su familia, ni abandonar jamás sus ideales y sus acciones en pos de un país más justo y solidario.

# DE LA QUÍMICA A LA TRANSDISCIPLINA: OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS

Palabras clave: química, transdisciplina, agua, ambiente.  
Key words: chemistry, transdiscipline, water, environment.

## ■ Alicia Fernández Cirelli

Instituto de Investigaciones en Producción Animal (INPA-UBA-CONICET)

afcirelli@fvvet.uba.ar

### *A mi madre, a mis hijas y a Raúl.*

#### ■ MIS PRIMEROS PASOS

Cumplidos los 5 años en diciembre, mamá me inscribió en el jardín de infantes. Pero el primer mes fue de “llantos”. A esa altura, ya sabía leer y escribir.

Mi madre quedó viuda cuatro meses luego de que yo cumpliera 3 años. En ese entonces vivíamos con los abuelos y era muy consentida. Aún conservo el libro con el cual me enseñaron a leer y escribir. Este hecho fue determinante para que la directora del colegio en el que trabajaba mamá, aconsejara que me inscribieran en primer grado, pese a que formalmente no tenía la edad correspondiente. La importancia de mamá en mi desarrollo –una mujer increíble y de avanzada para su época– ya comenzaba a notarse. Me mandó a estudiar inglés, a pesar de que ella hablaba francés e italiano, porque consideraba que para mi generación ese idioma sería más útil. Y no se equivocó. Por otra parte, para que perdiera la timidez y me

acostumbrara a compartir con otros chicos, me acompañaba a realizar otras tareas extracurriculares como declamación y danzas folklóricas, además de preocuparse por actividades deportivas. En este último punto, no fue muy exitosa pues solo aprendí a nadar.

Terminada la escuela primaria, ingrese al Normal Nacional No 8. Soy de las últimas generaciones de maestras normales nacionales. Allí también se planteó que diera algún año libre, pero mamá no consintió ese adelanto, pues consideraba que si bien tenía la capacidad para afrontarlo intelectualmente, no estaba preparada emocionalmente. Al terminar cuarto año, me planteaba sin mucha decisión que carrera universitaria seguir. Allí descubrí la existencia de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Encontré mi lugar en el mundo. Analizando las carreras que se dictaban, consideré que si bien tenía facilidad para las matemáticas, no me terminaba de convencer. Sí la carrera de Química, pero en la escuela normal, esa asignatura correspondía a quinto año. Es decir, cursé química simultáneamente en el ingreso a la facultad y

en el último año del normal.

Esas vacaciones, como todos los años, fui a visitar a mis tías paternas. Les conté que había ingresado a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales para seguir Química. Grande fue mi sorpresa cuando me dijeron que mi papá siempre decía que su hija iba a ser química.

A mi regreso a Buenos Aires, le pregunté a mamá, quien me lo confirmó y me dijo que no me lo había comentado para no influir en mi decisión.

#### ■ LOS PRIMEROS AÑOS DE QUÍMICA DULCE

Comencé muy tempranamente a desarrollar actividades de investigación, siendo aún estudiante de grado. Y este título refleja la impronta de mi “madre química”.

La carrera de licenciatura la realicé en cuatro años. La “noche de los bastones largos” determinó que al abrirse nuevamente la facultad en el segundo cuatrimestre del 66, el dictado de las materias era incierto, por lo que me anoté en cuatro, que

por suerte pude terminar y aprobar. En los dos años siguientes realicé las diez que restaban, trabajando en docencia.

Recuerdo cuando llegué al laboratorio de Rosa Lederkremer, todavía estaba el Dr. Deferrari, que en ese periodo era Decano de la Facultad, en el viejo edificio de la calle Perú, en la Manzana de las Luces. Estaba cursando Química Orgánica III y Rosa me sugirió que me presentara a concurso de Ayudante, luego de aprobar esa asignatura, y recién después comenzaríamos. Cuando me fui a anotar al concurso, eran muchos los postulantes y pocos los cargos. Yo era muy jovencita, aunque con buen promedio. La exposición le gusto mucho al Jurado. En eso seguro influyeron mis años de declaración y mi formación docente.

Esos primeros ensayos de benzoilación de aldonolactonas, que realicé antes de recibirme, dieron lugar a mi primera publicación en el *Carbohydrate Research* (Lederkremer y col. 1970). Y este año, al cumplirse los cincuenta años de esta publicación internacional, y haciendo ya varios años que la química de hidratos de carbono no es central en mis actividades, veo con agrado que soy una de las diez investigadoras argentinas con mayor número de contribuciones (Stortz, 2015).

Al terminar la licenciatura, inicié mi doctorado con una Beca del CONICET. La propuesta era continuar con la línea iniciada con aldonolactonas, pero hacer lo que ya había hecho con gluconolactona con otras lactonas, no me resultaba atractivo. Es así como le planteo a Rosa Lederkremer realizar la tesis doctoral en otro tema. Había dado el último final cumpliendo mis 21 años en diciembre y ella me dio unas publicaciones para leer en las vacaciones, ya que existía la posibi-

lidad de iniciar una línea de estudios estructurales de polisacáridos extraídos de hongos recolectados en la Patagonia. En febrero nos reunimos y allí comencé con este primer desafío, que culminó con mi Tesis Doctoral, la primera en Argentina sobre ese tema: "Hidratos de carbono en *Cyttaria harioi* Fischer. Estudio de la estructura de un polisacárido", que defendí en octubre de 1972. Este trabajo mereció el Premio Herrero Ducloux, otorgado por la Asociación Química Argentina en 1974, a la mejor tesis doctoral del bienio 1972-1974. Actuó como Jurado tanto de la Tesis Doctoral como del premio el Dr. Venancio Deulofeu, gran maestro.

Recibí el premio en 1975, el mismo año que nació Mercedes, mi hija mayor. Recuerdo mis nervios por dejarla en casa para ir a recibir la distinción a la AQA y volver pronto a amamantarla.

El tema de la benzoilación de aldonolactonas fue continuado por Marta Litter, la segunda tesista de Rosa Lederkremer, quien inició su doctorado un año después que yo. Dejando unas muestras en desecador durante las vacaciones, obtuvo unos compuestos insaturados que se formaban por una reacción de eliminación. Ese era sin duda un resultado interesante, y es así que en simultáneo al estudio de polisacáridos, retomé este tema de síntesis luego de mi estadía Postdoctoral en Alemania, en la Universidad de Düsseldorf, al percibir las posibilidades que la reacción de beta eliminación permitían para desarrollar métodos convenientes y eficaces de síntesis de desoxiazúcares de importancia biológica.

Al poco tiempo de regresar de Alemania, Marta Litter dejó el laboratorio de Lederkremer, y el tema es continuado primero por Luis Sala,

con quien se desarrolla una muy original vía de síntesis de 2-desoxiazúcares (Sala y col. 1977). Casi inmediatamente se suma al laboratorio, Oscar Varela, hoy Profesor Titular e Investigador Superior del Conicet, quien inicia la síntesis de 3,6-desoxiazúcares (Varela y col. 1979, 1982).

La década del setenta fue agitada en la universidad, pero el grupo se iba consolidando con incorporaciones y deserciones. Marcos Sznaidman y Lucio Jeroncic realizaron también sus tesis en estas temáticas, (Sznaidman y col., 1983; Jeroncic y col., 1984).

En el año 1974, Rosa Lederkremer toma licencia para realizar una estadía en Brasil y el Laboratorio queda a mi cargo por primera vez.

En forma simultánea a los trabajos de síntesis, se desarrollaban también trabajos de elucidación estructural de polisacáridos, línea de investigación iniciada en el país con mi Tesis Doctoral. Noemí Waksmán, hoy una distinguida investigadora en México, se incorporó al grupo antes de que yo terminara mi tesis. En el setenta y cinco, embarazada de Mercedes, conozco a Elisa Oliva, una excelente alumna, quien se interesó rápidamente por el tema y se sumó al laboratorio (Oliva y col., 1985, 1986, 1989).

Eran años duros en la Argentina y compartía la maternidad con la investigación y la docencia. En 1976 nació Karin y en 1979 Alejandra. Si bien ésta es la historia de mis años de actividades académicas, mis tres hijas ocupan el lugar central en mi vida, y mucho tienen que ver en el hecho que pudiera desarrollarme en aquellas como lo hice.

## ■ ENTRE LA INVESTIGACIÓN Y LA GESTIÓN

A partir de la vuelta a la democracia en la Argentina, pude acceder a subsidios de investigación, que me permitieron en la década del ochenta iniciar líneas de investigación independientes. Pero en forma simultánea, ocupé cargos de gestión universitaria.

Desde el punto de vista de la investigación, en esos momentos inicié en forma casi paralela dos desafíos:

El primero de ellos fue el estudio de la relación entre el heparán sulfato y la heparina y las modificaciones químicas del primero de los compuestos.

La relevancia de estos estudios se evidencia en la invitación a exponer mis resultados en el *XIVth International Carbohydrate Symposium*, Estocolmo, Suecia, en agosto de 1988, invitada por el Profesor Dr. Ulf Lindhal (*Department of Medical and Physiological Chemistry, Swedish University of Agricultural Sciences. The Biomedical Center, Uppsala*), un reconocido especialista en el tema a nivel internacional.

En esos momentos también comencé a percibir cómo las colaboraciones con otros grupos de investigación permitían obtener resultados más relevantes. Cabe mencionar el trabajo publicado en una revista del más alto reconocimiento en el tema, realizado en colaboración con el grupo de la Dra. Kordich. (Kovensky y col., 1990a)

Los estudios con heparán sulfatos no sólo se reflejaron en importantes publicaciones y presentaciones a Congresos, sino que también permitieron la graduación de José Kovensky, actualmente profesor en Francia,

cuyo tema de Tesis fue: Heparan sulfatos: Estudios estructurales y modificaciones químicas.

El segundo desafío iniciado en esa década fue el estudio de los ácidos húmicos acuáticos en la Argentina.

Estos estudios también fueron el inicio de mi interés en los ecosistemas acuáticos, que me llevaron años después a coordinar internacionalmente el CYTED-XVII (1999-2004), el Comité Académico Aguas de la Asociación de Universidades del Grupo de Montevideo (CAA-AUGM, 1995 y continuo) y a crear el Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (CETA, Instituto de la Universidad de Buenos Aires, 2002).

La tesis de Víctor Conzonno: "Sustancias húmicas solubles presentes en ambientes acuáticos" (1996), fue pionera en esta temática, que hemos continuado hasta el presente (Conzonno y Fernandez Cirelli, 1987, 1988, 1998; Scapini y col., 2010).

En esa década, en el periodo de normalización de la Universidad de Buenos Aires, me desempeñé como Secretaria de Extensión Universitaria en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, durante la gestión del Prof. Gregorio Klimovsky. Una vez normalizada la Universidad en 1986, fui consejera por el Claustro de Profesores, y luego Secretaria Académica en la misma Facultad, durante el decanato del Dr. Héctor Torres. Fueron años intensos, que recuerdo con mucho cariño, en los que gané mucha experiencia. El Departamento de Química Orgánica no era igual a los otros departamentos de la Facultad. Comencé a conocer otras realidades, y fui aprendiendo a gestionar. Ese primer Consejo Directivo, después de tantos años sin participación de los claustros en el

gobierno Universitario, se caracterizó por sus ricos debates y contribuciones a la construcción de una facultad y una Universidad mejor.

## ■ CON CADA TESISTA, FUI INICIANDO UN NUEVO DESAFÍO TEMÁTICO

Los años se sucedían entre investigación y gestión. Primero contaré las iniciativas que fui desarrollando en temáticas de investigación, con el convencimiento de que mis alumnos podrían luego continuar esas líneas. En la década del 90, muchos de ellos debieron dejar el mundo académico por cuestiones económicas.

Los trabajos en modificaciones de beta-glucanos con propiedad antitumoral, que nos permitieron una colaboración interesante con Japón, se iniciaron con la Tesis de Javier Covián: "Modificaciones químicas de  $\beta$ -(1-3)-glucanos. Derivados O-sustituídos y actividad biológica. Aplicación a la síntesis de otros polisacáridos" (Kovensky y col., 1990b; Suzuki y col., 1991)

Las modificaciones de polisacáridos pueden mencionarse como el inicio de mis estudios del uso de la biomasa renovable para la obtención de productos de alto valor agregado. Este tema a fines de la década del ochenta era uno de los desafíos reconocidos internacionalmente dentro de la temática de hidratos de carbono.

La beca para Científicos Extranjeros, que me fuera otorgada por *Deutsche Akademischer Austauschdienst* (DAAD) dentro del marco del Convenio CONICET – DAAD, con lugar de trabajo en el *Institut für Organische Chemie, Westfälische-Wilhelms Universität, Münster, Alemania* (1987), con el Prof. Dr. Joachim Thiem me permitió profun-

dizar esta temática. El subsidio que me fuera otorgado por la Fundación Volkswagen: „Síntesis enantioselectiva de sustancias quirales de importancia biológica a partir de hidratos de carbono sencillos“ (1989-1992), facilitó el equipamiento de mi laboratorio. Por otra parte, esta temática se desarrolló en forma sostenida por más de una década, como se evidencia por los subsidios otorgados fundamentalmente por CONICET y UBA.

El uso de biomasa renovable como sustituto de los productos derivados de la petroquímica es hoy uno de los desafíos de la Química Verde. La importancia del tema fue reconocida en el último llamado de becas CONICET (2012), en el que uno de los temas prioritarios fue: Transformación de recursos naturales en productos industriales de alto valor agregado.

Como parte de estos estudios a partir de monosacáridos podemos mencionar la tesis de Oscar Moradei: "Precusores sintéticos de tromboxano A<sub>2</sub> y análogos estructuralmente relacionados" y la Tesis de Silvana Leit "Síntesis y estudios conformacionales de oligosacáridos aniónicos" (1998). Ambos se encuentran hoy desarrollando sus actividades en el exterior.

Los resultados de estos trabajos se plasmaron en publicaciones internacionales de relevancia (Fernández Cirelli y col., 1997; Moradei y col., 1997).

Los últimos trabajos sobre empleo de biomasa renovable para la síntesis de productos de alto valor agregado versan sobre la síntesis de tensioactivos diméricos a partir de glucosa.

Este fue el tema de tesis de Mariano Castro, quien realizara su pos-

doctorado en Cambridge y es hoy Investigador del CONICET: "Síntesis de tensoactivos biodegradables a partir de hidratos de carbono", de allí surgieron destacadas publicaciones (Castro y col., 2002).

Por otra parte, estos compuestos fueron objeto de una patente ya aprobada ("Tensioactivos Diméricos obtenidos a partir de alquilglicósidos y sus formulaciones", M. Castro, J. Kovensky y A. Fernández Cirelli, AR 99-0106476, **Otorgada** bajo Ref. N° AR021729B1, Universidad de Buenos Aires).

Esta línea de investigación se continúa actualmente en términos de Química Ambiental utilizando tensioactivos derivados de glucosa como agentes quelantes de metales pesados para separarlos de efluentes acuosos por flotación. Estos trabajos han sido objeto de una colaboración CONICET-CNRS (Francia), y se reflejan en numerosas contribuciones (Ferlin y col., 2008; 2010; 2012).

Los estudios realizados a partir de 2000 marcan una clara tendencia hacia la aplicación de resultados. Es en este siglo donde es marcada la influencia de las demás disciplinas en mis líneas de investigación. Y fue en la gestión donde aprendí que ciertas temáticas relevantes necesitan del aporte de todas las disciplinas para llegar a buenos resultados.

En la Facultad de Ciencias Veterinarias, con la creación del Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (2002), una de las primeras líneas iniciadas fueron los estudios de la presencia de arsénico en agua, su transferencia desde matrices ambientales a la cadena agroalimentaria, y posibles tecnologías de remediación. La contaminación con As es un tema de suma importancia en nuestro país.

Este tema se inició con la Tesis doctoral de Alejo Pérez Carrera, hoy investigador asistente de CONICET: "Evaluación de elementos traza en agua, suelo, forraje y leche".

Como reconocimiento a los trabajos realizados en forma continuada desde 2002, fui invitada por la editorial Springer a escribir un capítulo en uno de sus libros (Pérez Carrera y Fernández Cirelli, 2010).

Los estudios realizados fueron reconocidos a nivel Mercosur con el Premio MERCOSUR de Ciencia y Tecnología en la categoría Integración, por el trabajo: "El problema del arsénico en El MERCOSUR. Un abordaje integrado y multidisciplinario en la Investigación y Desarrollo para contribuir a su resolución". Montevideo, Uruguay, 22 de noviembre de 2011.

El tema de contaminación de agua y su remediación es un tema acuciante que ha sido encarado en nuestro laboratorio a través del empleo de tecnologías apropiadas y de bajo costo. Los resultados de estas investigaciones fueron objeto de publicaciones (Miretzky y col., 2004, 2006; 2010a; 2010b)

La intensificación agropecuaria de las dos últimas décadas ha conducido a sistemas productivos no amigables con el ambiente. En ese sentido, se iniciaron trabajos para poder evaluar su impacto y las posibles medidas de remediación. Esta temática se inició en la Facultad de Ciencias Veterinarias con la tesis del Dr. Hernán Moscuzza: "Dinámica de nutrientes en sistemas intensivos de engorde bovino" (2009), El Dr. Moscuzza hoy continúa su labor docente en la Facultad de Ciencias Veterinarias, siendo titular de un subsidio UBA y codirector de una beca doctoral CONICET (Fernández Cirelli y Heredia, 2007; Moscuzza y

col., 2012)

**Como continuación de los efectos ambientales de la intensificación agropecuaria, se inició el estudio del comportamiento ambiental de agentes terapéuticos y promotores del crecimiento presentes en efluentes pecuarios, con la tesis doctoral de la veterinaria Natalia Yoshida, defendida en 2010. Se realizaron los primeros trabajos en nuestro país sobre el antibiótico monensina, de amplio uso en los sistemas intensivos de engorde bovino (Yoshida y col., 2007)**

La acuicultura es una actividad en crecimiento en Argentina y una alternativa productiva en zonas de menor desarrollo relativo de nuestro país. Se iniciaron estudios, los primeros en la Facultad de Ciencias Veterinarias, con la Tesis Doctoral de Nahuel Schenone (2012): "Desarrollo de tecnologías sustentables para la cría de animales acuáticos", (Schenone y col., 2013; 2014).

### ■ LAS ENSEÑANZAS DE LA GESTIÓN: LA TRANSDISCIPLINA

En la década del noventa, en forma paralela a mis actividades de docencia e investigación, las que jamás discontinué a pesar de mis extensas labores en gestión, me desempeñé como Secretaria de Ciencia y Técnica de la Universidad de Buenos Aires (1994-2002). Durante ese período, además de la consolidación de los instrumentos de promoción de la investigación ya establecidos, se crearon otros, como los subsidios a jóvenes investigadores. Merece destacarse la dirección de la Serie bibliográfica Ciencia y Tecnología en la Universidad de Buenos Aires, publicación pensada para difundir y promover la investigación en el ámbito de la universidad, promover el fortalecimiento institucional, y la organización de eventos científicos

y de promoción de las actividades científico-tecnológicas.

Por mi actuación como Secretaria fui merecedora del Premio PROFESOR DOCTOR JOSÉ BALSEIRO A LAS INICIATIVAS UNIVERSITARIAS EN INNOVACIÓN TECNOLÓGICA, otorgado por el Ministerio de Cultura y Educación.

Desde la gestión comprendí la importancia de la relación entre disciplinas para un mejor abordaje y solución de problemas de interés general, así como la importancia del agua como recurso estratégico.

Mis primeros pasos en esta temática fue la Coordinación del Comité Académico Aguas de la Asociación del Grupo Montevideo, que nuclea Universidades del Mercosur, y donde la temática Aguas es abordada desde un punto de vista transdisciplinario.

El paso siguiente cronológicamente fue la Coordinación Internacional del CYTED-XVII (1999-2004), donde el ámbito de acción fue Iberoamérica, desarrollándose una amplísima acción sobre todo en los países de menor desarrollo relativo, hecho que fue reconocido por sus autoridades al honrarme con la Secretaria Adjunta del Programa (1998-2011). Cabe destacar durante mi actuación, la edición de la Serie "El Agua en Iberoamérica", para difundir en nuestra lengua los resultados de las investigaciones relacionadas con los recursos hídricos en la región. Esta serie de publicaciones CYTED ha sido gestada como producto de diversas acciones del mencionado Subprograma XVII: Aprovechamiento y Gestión de Recursos Hídricos. A lo largo de sus distintos volúmenes, el objetivo es encarar la problemática del agua en la región, desde diferentes ópticas y atendiendo a mostrar las realidades de los

distintos países, mediante el aporte de sus especialistas, en un enfoque interdisciplinario y cooperativo, considerando prioritario atender a la vinculación entre los centros de investigación y desarrollo y los organismos de gestión del recurso hídrico. La Serie apunta a facilitar la difusión de información y a conectar a los generadores del conocimiento, entre sí y con los responsables de la gestión, y por lo tanto de las alternativas de manejo y aprovechamiento del recurso. Por ello, es muy consultada en los países de Iberoamérica y se puede acceder a ella electrónicamente ([www.cytged.org](http://www.cytged.org) o [www.cytged.agua.uba.ar](http://www.cytged.agua.uba.ar))

### ■ LA CREACIÓN DEL CETA Y UN NUEVO DESAFÍO

El desafío emprendido al terminar mi gestión como Secretaria de Ciencia y Técnica de la UBA, fue la creación del Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (CETA), con una estructura en red, con colaboraciones con centros nacionales y extranjeros, para atender de manera integrada una problemática crucial, que fue creado por mi iniciativa y dirigido desde su creación (2002).

En la temática del agua hay un lugar no menor para la Química, ya que, como en general en las Ciencias Ambientales, algunos temas son altamente relevantes a nuestra disciplina. Una descripción precisa de los temas de frontera puede apreciarse en lo desarrollado en la *International Conference on Chemistry and the Environment* (ICCE 2011), donde el tema de contaminación es central. Estos aspectos están muy bien destacados en el trabajo de Olabe y Blesa (La Química del Futuro, Ciencia e Investigación, 61 (4), (2011), 29-76).

El 17 de noviembre de 2009, el Centro de Estudios Transdisciplina-

rios del Agua (CETA) se incorporó como Grupo vinculado a INBA (Instituto de investigaciones en Biociencias Agrícolas y Ambientales)-CONICET (Res. CONICET 3322/2009), con el objetivo de constituir una red que permita la complementación de los estudios que se realizan en el CETA. Desde la vinculación, se han llevado a cabo talleres dedicados a incrementar la interacción de los investigadores del grupo.

El Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (CETA) es desde agosto 2011, luego de una evaluación externa, Instituto de la Universidad de Buenos Aires (Res. CS 3460/11).

En CETA es sede de la Maestría en Gestión del Agua, organizada en base a mi proyecto con un fuerte carácter interdisciplinar. Inició sus actividades en el año 2004 y se dicta bianualmente con activa participación de estudiantes iberoamericanos. Cabe señalar que el 90% de los maestrandos ya culminaron sus tesis de Maestría.

Desde su creación me desempeño como Directora. La Maestría en Gestión del Agua, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires fue acreditada y categorizada "A" por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU). Resolución 093/12.

En el año 2011, el CETA fue distinguido como Líder del Consorcio RALCEA de Centros de Excelencia en el Sector Agua en América Latina (Unión Europea). Dicho consorcio está integrado por centros de Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Guatemala, México y Perú, contando con Francia como socio extrarregional.

La creación del CETA en la Facultad de Ciencias Veterinarias dio un

impulso muy grande a la investigación en esta Facultad.

Cabe destacar que durante mi actuación como Coordinadora del Doctorado en la Facultad de Ciencias Veterinarias (2004-2010), en mi carácter de miembro del Comité Académico de la Escuela de Graduados, el Doctorado fue categorizado A.

El CETA, que se inició en 2002 con sólo 2 investigadores y un becario, al cumplir sus diez años contaba con 17 investigadores, 6 de ellos CONICET, 11 becarios (3 post-doctorales, 6 CONICET) y 12 tesistas.

Durante esos años, tuvimos una amplia colaboración con grupos no solo de Iberoamérica a través del CYTED, sino también de otros países de Europa. Se plasmaron como resultado dos proyectos europeos, "*Sustainable management of arsenic contaminated water and soil in rural areas of Latin America*" (ARSLAND-INCO 015114, period 2006-2007) y "*Sustainable water resources management for irrigation*" (KASWARM-INCO 043513 periodo 2007-2008), que significaron un respaldo financiero importante a las actividades del CETA.

El último desafío emprendido fue la creación de una unidad ejecutora CONICET-UBA, con sede en la Facultad de Ciencias Veterinarias, en estudios en producción animal, que es un área de vacancia y de suma importancia para nuestro país. Las gestiones comenzaron en 2012 y se concretaron en el año 2013.

El Instituto de Investigaciones en Producción Animal (INPA) tiene entre sus objetivos: Desarrollar investigaciones científicas en el campo de las ciencias veterinarias; Incentivar nuevos enfoques orientados a la producción animal sostenible;

Capacitar y perfeccionar investigadores, profesionales y técnicos mediante la formación de posgrado en el mayor nivel posible; Transferir los resultados de las investigaciones a los diferentes sectores interesados; Contribuir al mejoramiento de la calidad científico-académica de instituciones y sectores sociales relacionados a la producción agropecuaria; Insertar el INPA en el contexto local, nacional e internacional, incentivando la vinculación con redes y el intercambio con otros centros, instituciones y grupos de trabajo en la temática.

Está integrado por la totalidad de los investigadores CONICET que desempeñan sus funciones en la Facultad de Ciencias Veterinarias y se han sumado a la iniciativa otras cátedras activas en el tema. Es creciente el interés por sumarse al instituto por parte de otros grupos de investigación y cuenta con numerosos jóvenes que garantizan su continuidad. Recientemente, ha sido seleccionado para integrar la Red de Seguridad Alimentaria (CONICET).

Esta última creación vino acompañada del nacimiento de mis dos nietos: Felipe y Martina, que también tienen -al igual que sus madres- que compartir a su abuela con sus actividades académicas. No me imagino la vida sin ellas, aunque nunca han sido mis únicas actividades.

## ■ CONCLUSIÓN

Esta reseña, este resumen de vida que refleja los pasos de mi carrera, sus desafíos, obstáculos y logros, intenta revelar de algún modo, el largo camino que he recorrido en las Ciencias. Me recuerda a queridos colegas y discípulos y cuenta también la compañía de mis afectos durante todos estos años, que siempre han sido un apoyo fundamental en la obtención de mis objetivos y

metas.

Mi gran motivación ha sido siempre ayudar a otros a crecer, algo que se trasluce en mi constante dedicación a la formación de grado y postgrado. Ha sido también parte en este camino que elegí a muy temprana edad, la idea de trascender dejando un legado a los más jóvenes.

No creo que exista un final, porque creo que la historia continúa. Aún siento que tengo cosas para dar. En esta etapa ya no me acompañarán mamá, ni Raúl, mi compañero de vida. Mis hijas seguirán firmes junto a mí, en esta etapa tan especial en la que se suman los nietos Felipe y Martina, dos soles que iluminan mi camino.

## ■ BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez M., du Mortier C., Fernández Cirelli A. 2013. "Behavior of insecticide chlorpyrifos on soils and sediments with different organic matter content from Provincia de Buenos Aires, República Argentina". *Water, Air, & Soil Pollution*, **224** (3), 1453.
- Álvarez M., du Mortier C., Sokolic T., Fernández Cirelli A. 2013. "Studies on the persistence of a commercial formulation of chlorpyrifos on an agricultural soil from Provincia de Buenos Aires, República Argentina". *Water, Air and Soil Pollution*. **224**, 1571.
- Baumgartner E., Benítez C., Fernández Cirelli A., Flores L. 1988. "Relative atomic mass scale. A teaching aid." *Journal of Chemical Education* **65**, 16.
- Castro M., Ojeda C., Fernández Cirelli A. 2014. "Advances in surfactants for agrochemicals". *Environmental Chemistry Letters* **12**, 85-95.
- Castro M., Ritacco H., Kovensky J., Fernández Cirelli A. 2001. "Simplified Method for the Determination of Critical Micelle Concentration." *Journal of Chemical Education* **78**, 347-348.
- Castro M., Kovensky J., Fernández Cirelli A. 1997. "Gemini surfactants from alkyl glucosides". *Tetrahedron Letters* **38** (23), 3995.
- Castro M., Kovensky J., Fernández Cirelli A. 1999. "New dimeric surfactants from butyl- $\alpha$ -D-glucopyranoside". *Tetrahedron* **55**, 12711-12722.
- Castro M., Kovensky J., Fernández Cirelli A. "New Family of Non-ionic Gemini Surfactants. Determination and Analysis of Interfacial Properties". 2002. *Langmuir*, **18**, 2477-2482.
- Castro M., Kovensky J., Fernández Cirelli A. 2002. "Synergistic effects of alkyl glucosides and non-ionic sugar-based gemini surfactants". *Tenside Surfactants Detergents* **2**, 28-30.
- Castro M., Kovensky J., Fernández Cirelli A. 2000. "Synthesis of new dimeric amphiphiles. Influence of anomeric configuration and spacer functionality on interfacial properties". *Journal of Carbohydrate Chemistry* **19** (9), 1175-1184.
- Castro M., Kovensky J., Fernández Cirelli A. 2005. "Ecologically safe alkyl glucoside-based gemini surfactants". *ARKIVOC* (xii) 253-267.
- Conzonno V., Fernández Cirelli A. 1988. "Soluble humic substances from Chascomús pond (Argentina). Factors influencing the distribution and dynamics". *Archiv für Hydrobiologie* **111** (3), 467.
- Conzonno V., Fernández Cirelli A. 1987. "Soluble humic substances from the affluents of Chascomús pond (Argentina)". *Archiv für Hydrobiologie* **109**, 305.
- Conzonno V., Fernández Cirelli A. 1995. "Disolved Organic Matter in Chascomús pond (Argentina). Influence of calcium carbonate on humic acid concentration". *Hydrobiología*, 297, 55.
- Conzonno V., Fernández Cirelli A. "Interaction between humic substances and carbohydrates in a pampasic pond (Argentina)". *Hydrobiologia* **379**, 169.
- Conzonno V., Di Risio C., Tudino M., Erra Balsells R., Fernández Cirelli A. 1994. "Cadmium and Chromium interactions with aquatic humic substances from Argentine ponds". *Fresenius Environmental Bulletin* **3**, 1.
- Conzonno V., Miretzky P., Fernández Cirelli A. 2001. "The impact of man made hydrology on the lower stream bed of the Salado River drainage basin (Argentina)". *Environmental Geology*, **40**, 968-972.
- Ferlin N., Grassi D., Ojeda C., Grand E., Castro M., Fernández Cirelli A., Kovensky J. 2010. "Synthesis of new chelating surfactants from octyl D-glucopyranosiduronic acid and amino acids for metal flotation". *Carbohydrate Research* **345**, 598-606.
- Ferlin N., Grassi D., Ojeda C., Castro M., Fernández Cirelli A., Kovensky J., Grand E. 2015. "Octyl glucoside derivatives: A tool against metal pollutants". *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* **480**, 439-448.

- Ferlin N., Grassi D., Ojeda C., Grand E., Castro M., Fernández Cirelli A., Kovensky J. 2008. "Synthesis of sugar-based chelating surfactants for metal removal from wastewater". *Carbohydrate Research* **343**, 839–847.
- Ferlin N., Grassi D., Ojeda C., Castro M., Fernández Cirelli A., Kovensky J., Grand E. 2012. "Calcium Chelating Sugar-Based Surfactants for Hard-Water Detergency". *Journal of Surfactants and Detergents*, **15**, 259-264.
- Fernández Cirelli A., Lederkremer R.M. de. 1971. "The occurrence of D-arabino-hexulosonic acid in a polysaccharide from the fruit bodies of *Cyttaria hariatii* Fischer". *Chemistry and Industry*. (London) **1139**.
- Fernández Cirelli A., Lederkremer R.M. de. 1976. "A gel forming (1-3)- $\beta$ -D-glucan isolated from *Cyttaria hariatii* Fischer". *Carbohydrate Research* **48**, 217.
- Fernández Cirelli A., Ojeda C., Castro M. J. L., Salgot M. 2008. "Surfactants in sludge-amended agricultural soils. A review" *Environmental Chemistry Letters* **6**(3), 135-148.
- Fernández Cirelli A., Mohn H., Thiem J. 1997. "Synthesis of Thromboxane A<sub>2</sub> Models from Glucose". *Carbohydrate Research* **303**, 417.
- Fernández Cirelli A., J. Arumi, D. Rivera y Peter Boochs. "Environmental effects of irrigation in arid and semi-arid regions". *Chilean Journal of Agricultural Research*, 69:1 27-40. ISSN: 0718-5839 (2009).
- Fernández Cirelli A., Covián J., Ohno N., Adachi Y., Yadomae T. 1989. "Effects of sulfation on the biological activity of  $\beta$ -(1-3)-glucans from the tree fungus *Cyttaria hariatii* Fischer". *Carbohydrate Research* **190**, 329.
- Fernández Cirelli A., Sznajdman M., Varela O.J., Lederkremer R.M. de. 1983. "Confirmation of the structure of aldonolactones by <sup>13</sup>C-NMR". *Tetrahedron* **39**, 313.
- Fernández Cirelli A., Heredia O.. 2007. "Environmental risk of increasing phosphorus addition in relation to soil sorption capacity". *Geoderma* **137**, 426-431.
- Fernández Cirelli A., Moradei O., Thiem J. 1997. "Synthesis of Thromboxane A<sub>2</sub> Models from Glucose, II Epoxidation Studies of Hex-2-enopyranosides". *Liebigs Annalen der Chemie* **9**, 1983.
- Galindo G., Herrero A., Korol S., Fernández Cirelli A. 2004. "Water resources in Salado River drainage basin, Buenos Aires, Argentina. Chemical and microbiological characteristics". *Water International* **29**(1-2), 81-90.
- Grassi D., Galicio M., Fernández Cirelli A. 2011. "A homogeneous and low-cost biosorbent for Cd, Pb and Cu removal from aqueous effluents". *Chemistry and Ecology*. 27(4), 297-309.
- Grassi D., Martins Alho M., D'accorso N., Fernández Cirelli A. 2013. "Polymer with tetrazolic pendant groups. Interaction between the heterocyclic groups and heavy metals". *Trends in Heterocyclic Chemistry* **16**.
- Harguinteguy C., Fernández Cirelli A., Pignata M. 2014. "Heavy metal accumulation in leaves of aquatic plant *Stuckenia filiformis* and its relationship with sediment and water in the Suquia river (Argentina)". *Microchemical Journal*, **114**,111-118.
- Heredia O., Fernandez Cirelli A. 2008. "Groundwater chemical pollution risk. Assessment through a Soil Attenuation Index", *Environmental Geology* **53**,1345–1351.
- Heredia O., Fernandez Cirelli A. 2009. "Trace elements distribution in soil, pore water and groundwater in Buenos Aires, Argentina". *Geoderma* **149**, 409-414.
- Jeroncic L., Fernández Cirelli A., Lederkremer R.M. de. 1984. " $\beta$ -elimination in aldonolactones. Structure of the furan-2-one derivative obtained by benzylation of D-glycero-D-gulo-heptono-1,4- lactone." *Tetrahedron* **40**, 1425.
- Jeroncic L., Fernández Cirelli A., Lederkremer R.M. de. 1989. "Synthesis of 2-O-methyl-D-mannose". *Carbohydrate Research* **191**, 130.
- Kovensky J., Fernández Cirelli A. 1997. "Chemical Modification of glycosaminoglycans. Selective 2-O-sulfation of D-glucuronic acid units in heparan sulfates". *Carbohydrate Research* **303**,119.
- Kovensky J., Fernández Cirelli A. 1993. "Occurrence of 2-O-sulfated glucuronic acid in highly sulfated heparan sulfates". *Carbohydrate Research* **245**,361.
- Kovensky J., Fernández Cirelli A. 1996. "Chemical Modification of Glycosaminoglycans. Sulphation of Heparan Sulphates Derivatives Obtained by Periodate Oxidation/ Borohydride Reduction". *Carbohydrate Polymers* **31**,211.

- Kovensky J., Fernández Cirelli A., Sinay P. 1999. "Synthesis of two isosteric phosphono analogues of D-galactofuranosyl phosphate". *Carbohydrate Letters* **3**(4), 271.
- Kovensky J., Sasseti B., Fernández Cirelli A., Kordich L. 1990. "Anticoagulant activities of heparan sulphates from rat tissues". *Thrombosis and Haemostasis* **63**,488.
- Kovensky J., Burrieza D., Colliou V., Fernández Cirelli A., Sinay P. 2000. "Synthesis of D-galactofuranosyl- containing C-disaccharides". *Journal of Carbohydrate Chemistry*, **19**(1), 1.
- Kovensky J., Covián J., Fernández Cirelli A. 1990. "A suitable method for the rapid estimation of sulphated positions in polysaccharides of pharmacological interest". *Carbohydrate Polymers* **12**,307.
- Kovensky J., Castro M. J. L., Fernández Cirelli A. 2006. "Synthesis and interfacial properties of sugar-based surfactants composed by homo- and heterodimers". *Journal of Surfactants and Detergents* **9**, 279-286.
- Kovensky J., Fernández Cirelli A. 1995. «N- and O- acetylsalicylic acid derivatives of heparin». *Carbohydrate Letters*, **1**,157.
- Lederkremer R., Fernández Cirelli A., Deferrari J.O. 1970. «Benzoyl derivatives of D-gluconolactones and their reaction with alcohols». *Carbohydrate Research* **13**,9.
- Litter M., Alarcón-Herrera M., Arenas M., Armienta M., Avilés M., Cáceres R., Cipriani H., Cornejo L., Dias L., Fernández Cirelli A., Farfán E., Garrido S., Lorenzo L., Morgada M., Olmos Márquez M. 2012. "Small-scale and household methods to remove arsenic from water for drinking purposes in Latin America». *Arsenic in Latin América, Special Issue. Science of the total environment (STO-TEN)*, **429**,107-122.
- Martins Alho M., Grassi D., Fernández Cirelli A., D'accorso N. 2009. "Copper recovery from aqueous solution by a modified industrial polymer". *Environmental Chemistry Letters* **7**:271-275.
- Miretzky P., Fernández Cirelli A. 2009. "Hg (II) removal from water by chitosan and chitosan derivatives: a review". *Journal of Hazardous Materials* **167**,10-23.
- Miretzky P., Fernández Cirelli A. 2004. "Ionic relations: a tool for studying hydrogeochemical processes in Pampean shallow lakes (Buenos Aires, Argentina)". *Quaternary International*: **114**,113-121.
- Miretzky P., Fernández Cirelli A. 2008. "Phosphates for Pb immobilization in soils: a review." *Environmental Chemistry Letters* **6**:121-131.
- Miretzky P., Saralegui A., Fernández Cirelli A. 2006. "Simultaneous heavy metal removal mechanism by dried macrophytes". *Chemosphere* **62**:247-254.
- Miretzky P., Saralegui A., Fernández Cirelli A. 2004. "Aquatic macrophytes potential for the simultaneous removal of heavy metals (Buenos Aires, Argentina)". *Chemosphere* **57**(8), 997-1005.
- Miretzky P., Maidana N., Fernández Cirelli A. 2002. "Stability of diatom composition in a variable lake environment: Lake Chascomús (Buenos Aires, Argentina)". *Limnology* **3**(2), 77-85.
- Miretzky P., Conzonno V., Fernández Cirelli A. 2001. "Geochemical processes controlling silica groundwater concentration. Salado River drainage basin (Argentina)." *Journal of Geochemical Exploration* **73**,155-166.
- Miretzky P., Conzonno V., Fernández Cirelli A. 2000. "Hydrochemistry of pampasic ponds in the lower stream bed of Salado River drainage basin (Argentina)". *Environmental Geology* **39**(8), 951-6.
- Miretzky P., Fernández Cirelli A. 2010. "Remediation of As contaminated soils by Fe amendments: a review". *Critical Reviews in Environmental Sciences and Technology* **40**(2) 93-115.
- Miretzky P., Fernández Cirelli A. 2010. "Cr (VI) and Cr (III) removal from aqueous solution by raw and modified lignocellulosic materials, a review". *Journal of Hazardous Materials* **180**(1-3),1-19.
- Miretzky P., Fernández Cirelli A. 2011. "Fluoride removal from water by chitosan derivatives and composites: a review". *Journal of Fluorine Chemistry* **132**,231-240.
- Miretzky P., Fernández Cirelli A. 2004. "Silica dynamics in a pampean lake (Lake Chascomús, Argentina)". *Chemical Geology* **203**,109-122.
- Moradei O., Du Mortier C., Fernández Cirelli A. 1997. "Anomalous Horner-Wadsworth-Emmons reactions on 3,4-enuloses". *Tetrahedron*, **53**(22),7397.
- Moradei O., Du Mortier C., Fernández Cirelli A. 1999. "Studies on the regioselectivity of Horner-

- Wadsworth-Emmons (HWE) reactions on 3,4-enuloses. Further evidence of phosphonate-phosphate rearrangements through five membered cyclic intermediates". *Journal of Carbohydrate Chemistry* **18**(6),709.
- Moradei O., Du Mortier C., Fernández Cirelli A. 2005. "Rapid occurrence of sugar tricyclic orthoesters by acid catalyzed intramolecular orthotransesterification". *ARKIVOC* (xii) 189-194.
- Moradei O., Du Mortier C, Fernández Cirelli A., Thiem J.. 1995. «Simple Stereocontrolled Synthesis of methyl-2-deoxy-D-erythrohexopyranose-4-uloses, Thromboxane B2 (TXB2) precursors from Galactose». *Journal of Carbohydrate Chemistry* **14**,525.
- Moradei O., Du Mortier C, Fernández Cirelli A., Thiem J. 1999. "Catalytic Hydrogenation of Phosphate Enol Esters present in branched chain diene pyranosides in a route to Thromboxane Analogs from D-galactose". *Journal of Carbohydrate Chemistry* **18**,15.
- Moradei O., Leit S., Du Mortier C., Fernández Cirelli A., Thiem J. 1993. "Amine-induced deacylation of carbohydrate derivatives under anhydrous conditions", *Journal of Carbohydrate Chemistry* **12**, 13.
- Moscuzza C., Pérez Carrera A., Volpedo A., Fernández Cirelli A. 2012. "Forage enrichment with copper and zinc in beef grazing Systems in Argentina". *Journal of Geochemical Exploration. Special Edition.* 121,25-29.
- Ojeda, C. y A. Fernández Cirelli. "Wastewater management in Greater Buenos Aires, Argentina" *Desalination* Vol. 218, pp. 52-61. ISSN: 0011-9164 (2008).
- Ojeda C., Castro M.J.L., Torchinsky A.R., Fernández Cirelli A. 2008. "Interaction between Lemna Minor and Anionic Surfactants". *Tenside Surfactants Detergents* **45**,17-20.
- Oliva E., Fernández Cirelli A., Lederkremer R.M. de. 1986. "Characterization of a Pullulan in *Cyttaria darwinii*". *Carbohydrate Research* **158**,262.
- Oliva E., Fernández Cirelli A., Lederkremer R.M. de. 1986. "Chemical composition of the cell wall of the tree fungus *Cyttaria harioti* Fischer". *Experimental Mycology* **10**,150.
- Oliva E., Fernández Cirelli A., Lederkremer R.M. de. 1989. "Occurrence of D-arabino-hexulosonic acid in polysaccharides from *Cyttaria* species". *Phytochemistry* **28**,1645.
- Oliva E., Fernández Cirelli A., Lederkremer R.M. de. 1985. "Structural studies on a glycopeptide from the tree fungus *Cyttaria harioti* Fischer". *Carbohydrate Research* **138**, 257.
- Pérez Carrera A., Fernández Cirelli A. 2014. "Arsenic biotransference to alfalfa (*Medicago sativa*)". *International Journal of Environmental and Health* **7**(1), 31-40.
- Pérez Carrera A., Fernández Cirelli A. 2005. "Arsenic concentration in water and bovine milk in Córdoba, Argentina. Preliminary results". *Journal of Dairy Research.* **72**,122-124.
- Puntoriero M., Volpedo A., Fernández Cirelli A. 2014. "Arsenic, fluoride and Vanadium in surface water (Chasicó Lake, Argentina)". *Frontiers in Environmental Sciences* **2**,1-5.
- Rosso J., Fernández Cirelli A. 2013. "Effects of land use on environmental conditions and macrophytes in prairie lotic ecosystems". *Limnologica* **43**(1),18-26.
- Rosso J., Troncoso J., Fernández Cirelli A. 2011. "Geographic distribution of Arsenic and trace metals in lotic ecosystems of the Pampa Plain, Argentina". *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* **86**(1),129-132.
- Rosso J., Puntoriero M., Troncoso J., Volpedo A., Fernández Cirelli A. 2011. "Ocurrence of fluoride in Arsenic-rich surface Waters: a Case study in the Pampa Plain, Argentina". *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* **87**(4), 409-413.
- Rosso J., Schenone N., Pérez Carrera A., Fernández Cirelli A. 2013. "Concentration of arsenic in water, sediments and fish species from naturally contaminated rivers". *Environmental Geochemistry and Health* **35**,201-214.
- Sala L., Fernández Cirelli A., Lederkremer R.M. de. 1977. "Oxidative decarboxilation of aldono lactones by ceric sulphate in aqueous sulphuric acid. Synthesis of D-arabinose." *Journal of the Chemical Society Perkin II*, 685.
- Scapini M., Conzonno V., Orfila J., Chiarandini J., Balzaretto V., Fernández Cirelli A. 2013. "Determination of the molar mass of the humic substances of the Chubut River (Argentina) by electrospray ionization mass spectrometry". *Microchemical Journal* **110**,530-532.

- Scapini M., Conzonno V., Orfila J., Saravia J., Balzaretto V., Fernández Cirelli A. 2011. "Limnological aspects of humic substances in Chubut River (Patagonia-Argentina)". *River Research and Applications* **27**(10),1264-1269.
- Scapini M., Conzonno V., Balzaretto V., Fernández Cirelli A. 2010. "Comparision of marine and river water humic substances in a Patagonian environment (Argentina)". *Aquatic Sciences* **72**,1-14.
- Schenone N., Avigliano E., Goessler W., Fernández Cirelli A. 2014. "Toxic metals, trace and major elements determined by ICPMS in tissues of *Parapimelodus valenciennis* and *Prochilodus lineatus* from Chascomús Lake, Argentina". *Microchemical Journal* **112**,127-131.
- Schenone N., Vackova L., Fernández Cirelli A. 2013. "Differential tissue accumulation of arsenic and heavy metals from diets in three edible fish species". *Aquaculture nutrition*.
- Schenone N., Vackova L., Fernández Cirelli A. 2011. "Fish farming water quality and environmental concerns in Argentina: a Regional approach". *Aquaculture International* **19**(5),855-863.
- Stortz C. 2015. "Contributions of South American research centers to Carbohydrate Research". *Carbohydrate Research* **403**,8-12.
- Suzuki T., Ohno N., Adachi Y., Fernández Cirelli A., Covian J., Yadamoe T. 1991. "Preparation and biological activities of sulfated derivatives of beta-(1-3)-glucans". *Journal of Pharmacobio-Dynamics* **14**,256.
- Sznajdman M., Fernández Cirelli A., Lederkremer R.M. de. 1986. "Synthesis of 5-O-methyl-D-galactofuranose". *Carbohydrate Research* **146**, 233.
- Sznajdman M., Fernández Cirelli A., Lederkremer R.M. de. 1983. "The acid catalysed interconversion of diastereoisomeric methyl 2,3:4,6-di-O-benzylidene- $\alpha$ -D-mannopyranosides". *Carbohydrate Research* **113**,326.
- Varela O., Fernández Cirelli A., Lederkremer R.M. de. 1980. "A crystalline furanose derivative of ascarylose. Synthesis of 2,5-di-O-benzoyl-3,6-dideoxy-L-arabino-hexofuranose". *Carbohydrate Research* **85**,130.
- Varela O., Fernández Cirelli A., Lederkremer R.M. de. 1982. " $\beta$ -elimination in aldonolactones. Synthesis of 2-O-benzoyl-3,5,6-trideoxy-DL-threo-hexofuranose". *Carbohydrate Research* **100**,424.
- Varela O., Fernández Cirelli A., Lederkremer R.M. de. 1980. " $\beta$ -elimination in aldonolactones. The conversion of L-rhamnono-1,5-lactone into 3-benzoyloxy-6-methylpyran-2-one". *Carbohydrate Research* **79**,219.
- Varela O., Fernández Cirelli A., Lederkremer R.M. de. 1979. " $\beta$ -elimination in aldonolactones. Synthesis of 3,6-dideoxy-L-arabino-hexose (ascarylose)". *Carbohydrate Research* **70**,27.
- Volpedo A., Fernández Cirelli A. 2006. "Otolith chemical composition as a useful tool for sciaenids stock discrimination in Southwestern Atlantic". *Scientia Marina* **70**(2),325-334.
- Waksman N., Svec B., Fernández Cirelli A., Lederkremer R.M. de. 1975. "Identification and quantitative determination of D-arabino-hexulosonic acid in *Cyttaria* species". *Phytochemistry* **14**,1009.
- Yoshida N., Fernández Cirelli A., Castro M. 2013. "Effect of feedlot design and management on the fate and distribution of monensin". *Chemistry & Ecology* **29**(4),379-390.
- Yoshida N., Castro M., Fernández Cirelli A. 2010. "Degradation of monensin on soils: influence of organic matter and water content". *Chemistry and Ecology* **26**(1),27-33.
- Yoshida N., Castro M., Du Mortier C., Fernández Cirelli A. 2007. "Environmental behavior of antibiotic monensin: preliminary studies in Argentina". *Environmental Chemistry Letters*. **5**,157-160.

¡¡Oferta!!  
Pipetas y  
Artículos  
Plásticos



ThermoForma

ThermoLabsystems



Nikon



ThermoSorvall



ThermoSorvall



Oferta Promocional: Precio especiales de pipetas, incubadoras y artículos plásticos hasta el 30/06/2007.

buscamos tu publicidad

Para encontrar todas las soluciones  
en instrumental, no hace falta investigar.

 **microlat**  
instrumental científico

Carlos Pellegrini 755 - Piso 9 - Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Tel/Fax: 4326 5205 - 4322 6341 - [www.microlat.com.ar](http://www.microlat.com.ar)



Thermo

TNE



FOTODYNE

conviron

HITACHI



Molecular Devices

## 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 Yacobaccio, zoológico y 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 esquila a los mismos animales *“se van rotando las zonas de captura para que los animales renueven la fibra”* explica Yacobaccio. 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.



# Antonio Introcaso

por Mario Giménez

Es un verdadero honor poder expresarme sobre un Maestro y Amigo como es Antonio Introcaso. Lo conocí en 1984 cuando vino a San Juan invitado por el Ingeniero Volponi. Posteriormente, en 1987 volvió como docente visitante en la carrera de Licenciatura en Geofísica y desde ahí empezó mi vinculación con los métodos potenciales, pero fundamentalmente con él, su familia y su grupo de trabajo del Instituto de Física Rosario (IFIR).

En su dilatada trayectoria profesional tuvo sus inicios en la Universidad Nacional de La Plata, pero dejó huellas importantes como docente invitado en las Universidades del Litoral, de Cuyo, de San Juan, de Córdoba, de San Luis y de Buenos Aires. No menor fue su paso por CONICET donde en su carrera de investigador alcanzó el máximo nivel. Obtuvo numerosos reconocimientos a su trayectoria tales como el de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Buenos Aires, de la Academia Nacional de Ingeniería, la Fundación García Sñeriz de Madrid y de la Universidad Nacional de Rosario.

Además de profundos conocimientos sobre geofísica, su habilidad con las matemáticas y la física, su impecable razonamiento y la profunda honestidad intelectual,



cualidad que siempre le admiramos, siempre se destacó por la facilidad para transmitir conceptos esenciales de manera simple y elegante, saliendo del paso con dibujos y ecuaciones sencillas, que le permitían expresar conceptos que parecían imposibles de transmitir. Su sobresaliente didáctica, y conocimientos de métodos potenciales, lo han situado como un referente en esta materia. Como uno de sus discípulos me llena de orgullo y es siempre una carta de presentación en los ambientes universitarios y científicos.

Un colaborador permanente de la carrera de Licenciatura en Geofísica de la Universidad Nacional de San Juan y sobre todo del Instituto Geofísico-Sismológico Volponi (IGSV). Esencialmente un formador natural de recursos humanos, de proyectos de investigación y con una vinculación permanente con el IFIR. Esto es lo que motivó a la Universidad Nacional de San Juan a

otorgarle el Título de "*Doctor Honoris Causa*" en reconocimiento a todo su aporte con esta Casa de Estudios.

Antonio, como lo llamamos afectuosamente, de pasión futbolera, fanático de Boca, es una persona exigente. Sin embargo, es sumamente accesible, amable y hospitalario, que junto a Hebe, su compañera de vida, nos han recibido y permitido compartir su mesa y pasar innumerables buenos momentos junto a su familia.

Para los que integramos el IGSV, lo reconocemos como nuestro formador, consultor permanente y sobre todo nuestro amigo. Él es quién tiene las palabras justa de aliento en los momentos difíciles y que sabe reconocer nuestros aciertos y errores. Los discípulos de Antonio no tenemos más que palabras de agradecimiento por su generosa transmisión de conocimiento, por su permanente motivación, por habernos enseñado a interactuar con colegas de otras ciencias y por abrirnos las puertas de su casa y recibirnos como sus hijos. ¡¡¡Gracias!!!

# A LA BÚSQUEDA DE CONOCER LA DINÁMICA DE NUESTRO PLANETA

**Palabras clave:** Universidad; investigación y ciencia; gravimetría.  
**Key words:** University; science and research; gravity.

## ■ Antonio Introcaso

Grupo de Geofísica, Instituto de Física Rosario  
(Universidad Nacional de Rosario, CONICET);  
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agri-  
mensura (Universidad Nacional de Rosario)

[geofisic@fceia.unr.edu.ar](mailto:geofisic@fceia.unr.edu.ar)

## ■ 1. ORÍGENES

Nací el 8 de mayo de 1935 en Junín, provincia de Buenos Aires, población fundada como Fortín Federación en el año 1827, cuya construcción fue encomendada por Juan Manuel de Rosas al Comandante Escribano, para evitar que los indios pampeanos arriaran el ganado luego de producidos los malones.

Provengo de dos familias europeas muy humildes. Mi abuelo materno, suizo alemán, fue molinero. Mi abuelo paterno, calabrés, fue labrador. Mi padre, séptimo hijo varón, estaba destinado a ser cura en su Italia natal, pero ya avanzada su formación como seminarista, advirtiendo su falta de vocación, desertó, para viajar – a los 17 años – a Argentina buscando nuevos horizontes. Recaló en La Plata y su primer empleo fue guarda de tranvía. Así fue que un día escuchó una conversación entre dos distinguidos pasajeros. Eran profesores universitarios que recordaban pasajes de La Ilíada y en un momento en que no pudie-

ron continuar un verso mi padre, que conocía bien el tema, se le acercó y los sacó del atolladero completando el recitado. Ellos quedaron sorprendidos por la formación del humilde guarda y lo entusiasmaron para que siguiera una carrera universitaria y ofrecieron pagarle la matrícula que por entonces imperaba en la Universidad Argentina (que posteriormente el gobierno de Perón eliminaría). Así fue como mi padre realizó la carrera de Ingeniería en la Universidad Nacional de La Plata, luego de completar rápidamente – como alumno libre – el colegio secundario. Durante sus estudios se mantuvo dando clases particulares de Física y Matemática a alumnos del secundario. Ya recibido recaló en Junín para encargarse de la construcción y posterior dirección de la Escuela de Artes y Oficios (luego Colegio Industrial y finalmente Escuela Nacional de Educación Técnica ENET). Simultáneamente se desempeñó como profesor de Física en el Colegio Nacional de Junín. Cuando visité – muchos años después – su pueblo natal Montegiordano, me dijeron

que todos los Introcaso del pueblo eran “enseñantes”. Hoy, mi hija mayor, Beatriz, matemática doctorada en la Universidad Nacional de Rosario, continúa con la tradición familiar enseñando en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Con enorme satisfacción puedo asegurar que, con su talento, ha superado hoy mi medio siglo de experiencia.

Mi padre falleció tempranamente cuando yo tenía 5 años y mis hermanas 8 y 11. Mi madre, hija del molinero suizo-alemán que había sido contratado en un molino harinero, primero en Haedo (lugar de nacimiento de mi madre) y luego en Junín, donde se trasladó la familia, le planteó a su padre que quería estudiar Medicina en Buenos Aires. Mi abuelo se opuso rotundamente arguyendo que la de Medicina no era una carrera para mujeres. Mi madre, que dibujaba muy bien, completó entonces estudios en la Academia Nacional de Bellas Artes y en la Escuela Manuel Belgrano, para luego regresar a Junín y dedicarse también

a la docencia y a la pintura. Al fallecer mi padre en 1940, mi madre, que ganaba muy poco como docente, con notable manejo de la austeridad y mucho esfuerzo, nos educó con gran dignidad.

Desde 1998, una plaza de Junín lleva el nombre de mi padre. Y mi madre es recordada siempre a través de su generoso empeño en enriquecer el Museo de Arte de Junín.

Hoy, cuando visito algún atelier de pintura, el olor a aguarrás y óleo traen a mí reminiscencias nostálgicas de aquellos tiempos.

Mi padre nos dejó una buena biblioteca y una colección de discos de pasta de óperas italianas, sinfonías de Beethoven y algunos tangos.

En cuanto a mí, pasé mi escuela primaria sin pena ni gloria, tratando de entender por qué mi padre me había abandonado (esa era mi percepción de entonces). En aquellos tempranos tiempos estaba lejos de imaginar que en 2001 el Consejo Deliberante de Junín me distinguiría por mi trayectoria científica; reconocimiento que me llena de satisfacción.

Al llegar al secundario, dando un salto cualitativo, me empecé a interesar por el conocimiento: la Historia, la Organización Nacional, la Biología, la incipiente Filosofía que se mencionaba: Heráclito, Aristóteles, Platón, Descartes, Sartre.... Yo pugnaba por entenderlos tanto como quería entender la relatividad, porque la Matemática y en mayor medida la Física, me apasionaban. Del secundario guardo una nítida enseñanza recibida. Yo desarrollaba en el frente una lección y citaba los pensamientos de distintos autores. Allí el profesor me detuvo diciendo que era correcto que mencionara la opinión de los autores pero era

importante saber qué pensaba yo al respecto. Allí se abrió para mí una ventana que me permitió alcanzar un espíritu crítico autónomo, que tanta significación tiene para un ciudadano y para un investigador. Recuerdo siempre con agradecimiento y cariño el excelente marco de conocimientos y camaradería que nos brindó el Colegio Nacional de Junín.

Durante mi adolescencia mis inquietudes, como las de muchos jóvenes, fueron: el cine, los deportes – en especial el fútbol – y por supuesto el aprender, el conocer.

Se decía que yo tenía aptitudes para el fútbol. Así fue que fui invitado a ingresar al Club Sarmiento (por entonces en la 1ª B y hoy – 2015 – en la A), pero decliné la invitación argumentando que el fútbol me restaría tiempo para estudiar. Después, ya en La Plata, nuevamente me negué ante las posibilidades que ofrecía el Club Estudiantes. De todos modos continué con la práctica del fútbol en los campeonatos universitarios. Atesoro recuerdos de un equipo que integré: "Pitágoras" se llamó. Salimos campeones invictos y tuve la suerte de hacer varios goles.

## ■ 2. COMIENZO DE LOS AÑOS UNIVERSITARIOS

En 5º año del secundario estaba encaminado a abordar la carrera de Ingeniería. Se hablaba de que era necesario desenvolverse con facilidad en Física y Matemática y ambas me gustaban; pero además – para reforzar la idea – desde hacía mucho tiempo frecuentemente me preguntaban: "¿vas a ser ingeniero como tu papá?"

Por fin, me inscribí en Ingeniería en la Universidad Nacional de La Plata. Allí tuve la suerte de adquirir una muy sólida formación básica. Conocí a los "tres mosqueteros" de

la matemática: a los doctores César Trejo, con quien cursé los Análisis; Pedro Pi Calleja, que me examinó en Análisis II y Julio Rey Pastor, con quien cursé Epistemología de la Ingeniería.

En Física, recuerdo particularmente al Dr. Enrique Loedel, un profesor excepcional que había estudiado en Europa con Max Planck. Al comenzar las clases el Profesor Loedel presentaba frecuentemente una cantidad de temas, aparentemente inconexos; al cerrarlas, todo se armonizaba y se hacía claramente comprensible. Mis compañeros y yo coincidíamos que al final de cada una de sus clases deberíamos haberlo aplaudido con entusiasmo. Con él aprendimos también las dos relatividades.

En 1955 yo cursaba el tercer año de Ingeniería. En el mes de junio se produjo un intento de derrocamiento del gobierno. La Plaza de Mayo fue bombardeada intensamente con un saldo de entre 300 y 400 muertos. Al día siguiente de ese intento fallido, mientras con dos compañeros mirábamos una película en el cine Mayo, un conjunto de peronistas que con bombos y palos celebraban el fracaso del intento, entró al cine desafiante y vociferante al grito de: "¡¡ Viva Perón!! ¡¡ Hablen ahora!!" Fue patético, pero todo se disipó cuando en medio de la sala oscura, la oportuna voz de un espectador los tranquilizó diciendo: "¡¡ Muchachos, no somos antiperonistas!!"

Estoy lejos de realizar aquí cualquier opinión crítica. Lo cuento, sí, para que nos situemos en el delicado y tenso momento que vivíamos y que se trasladaba a la Universidad. Había un rotundo antagonismo entre peronismo y antiperonismo. Mientras, como es sabido, Borges – tal vez nuestro máximo escritor – sostenía su antiperonismo al decir

que los peronistas no eran ni buenos ni malos, que eran incorregibles, Sábato – con quien siempre Borges polemizó – decía que había que reconocer del peronismo la justicia social, ofreciendo una opinión más amplia.

En el mes de septiembre, cuando se produjo la llamada “*Revolución Libertadora*” (que después fuera rebautizada popularmente como “*Revolución Fusiladora*”) en la Universidad se detuvieron las actividades para efectuar cambios de autoridades y docentes. Felizmente, no perdimos el año.

Y llegó el sorteo para el servicio militar. Yo estudiaba con un compañero y amigo con el que habíamos hecho juntos el colegio primario y la escuela secundaria. Quiso la suerte que yo me salvara, mientras él debió realizarlo. Entonces decidí esperarlo y en ese año me recibí de Agrimensor, intensificando así los temas de Geodesia y el gusto por esta disciplina.

En 1957, la por entonces Unión Soviética lanzó al espacio el “*Sputnik*”, primer satélite artificial. Días después, el Dr. Loedel brindó una conferencia en el Colegio Nacional de La Plata, enseñándonos las distintas etapas necesarias para su puesta en órbita.

### ■ 3. ACERCÁNDOME A LA GEOFÍSICA

Mi relación con estudiantes de Geofísica del Observatorio Astronómico de La Plata, me acercó a temas que despertaron fuertemente mi interés, como los terremotos, los campos potenciales y, en general, las Ciencias de la Tierra. Es así que decidí completar mi formación en Geodesia y Geofísica en la Universidad de Buenos Aires.

Allí, felizmente, tropecé con otro profesor imprescindible: el Ing. Eduardo Baglieto quien fuera Director del Instituto de Geodesia y Profesor Emérito de la UBA. Baglieto, tal vez el geodesta argentino más grande del siglo XX, fue siempre mi principal referente. Nos enseñó Geodesia desde las ricas posibilidades que su enfoque físico ofrece. Él fue el primero en preparar un perfil gravimétrico transcontinental latitudinal, desde el Océano Pacífico al Océano Atlántico, a la altura de Santiago de Chile y Buenos Aires. Con el correr de los años pusimos a punto metodologías que permitieron interpretarlo y pudimos, junto con otros perfiles similares que atraviesan la Argentina, localizar el fondo de la corteza y el balance isostático.

Baglieto fue también el primero en ocuparse exhaustivamente del Geoide (la superficie física de la Tierra), de calcular altitudes ortométricas o verdaderas, de realizar vinculaciones gravimétricas nacionales (en los principales aeropuertos argentinos) e internacionales (Buenos Aires con distintas capitales de Europa, por ejemplo). Realizó también una determinación gravimétrica en el tope del Aconcagua y mediciones de “g” en la plataforma continental bonaerense. Realizó además, junto a su principal discípulo, el Ing. Ángel Cerrato (hoy Profesor Emérito de la UBA y Académico de la Academia Nacional de Ingeniería), la primera determinación absoluta de gravedad (pendular) de Argentina. En síntesis, el Profesor Baglieto fue un entusiasta motivador que puso las más ambiciosas metas geodésicas a nuestro alcance. Hoy la Academia Nacional de Ingeniería ofrece un premio que lleva su nombre y que tuve el honor de obtener en 1983. Andando el tiempo, el mencionado Ing. Cerrato fue mi director de Tesis Doctoral.

### ■ 4. LA DOCENCIA: UN ENTUSIASMO CRECIENTE

Yo ya era docente en la División Agrimensura de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad Nacional de La Plata cuando culminé la carrera de Ingeniero Geodesta-Geofísico en la UBA. Por entonces decidí dedicarme a la vida académica en la enseñanza superior, dejando de lado las muy buenas perspectivas económicas que las compañías petroleras ofrecían. Así fue que los astros se alinearon a mi favor: se terminaba de poner en marcha la carrera de Ingeniero Geógrafo en la Universidad Nacional del Litoral (que luego sería Universidad Nacional de Rosario). Allí necesitaban armar la cátedra de Geofísica y fui invitado, como paso preliminar, a dictar tres conferencias sobre distintos temas de Ciencias de la Tierra. Yo contaba con pocos antecedentes (y pocos años). Era Jefe de Trabajos Prácticos y había obtenido tres becas, dos de ellas en la Universidad Nacional de La Plata (de Iniciación en la Actividad Creadora y de Perfeccionamiento) que el gobierno desarrollista de Frondizi había creado junto con su fuerte impulso a la Universidad Argentina; y la restante, de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas junto al Ministerio de Obras Públicas de la Provincia de Buenos Aires.

Contaba, sí, con haber sido un muy aventajado estudiante, y eso se debió a mi enorme entusiasmo por la geodesia y la geofísica.

Luego del dictado de las tres conferencias, que tuvieron muy buena recepción, fui contratado para organizar y dictar la asignatura Geofísica y comencé a viajar semanalmente desde La Plata a Rosario (lo hice durante cuatro años).

Siempre estuve muy sorprendido por la confianza que la Facultad rosarina me dispensara, dada mi limitada experiencia. Ello me obligó a redoblar esfuerzos, dedicando días enteros durante años a tratar de llevar mis conocimientos a los máximos niveles.

Casi simultáneamente, el Ing. Hernández, Profesor de Geofísica en la carrera de Geología de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad de La Plata, me invitó a incorporarme a su cátedra de Geofísica como Jefe de Trabajos Prácticos. Fue por entonces que utilicé frecuentemente la Biblioteca del Observatorio Astronómico, acogedor espacio antiguo que evoca a la ciencia pretérita e invita a la reflexión. Allí me resultaba fascinante poder consultar algunos incunables.

Dábamos clases en el Museo, orgullo de nuestro país. Dictábamos la materia en espacios improvisados. No pocas veces nos tocó enseñar en las llamadas "catacumbas" del Museo, pequeños recintos subterráneos destinados a depósito.

Durante los intervalos entre clases, yo recorría fascinado ese magnífico Museo. Entre los muchos atractivos recuerdo particularmente la sala indígena, y en ella las cabezas reducidas por los jíbaros amazónicos.

Cuando pasaron los años y llevé a mis hijos de visita al Museo, al no encontrar las cabezas reducidas pregunté por ellas y me contestaron que se las habían robado. Frustración y rabia de mi fracasado intento de recrear momentos del pasado.

En esos momentos obtuve una beca del gobierno francés ofrecida por la Universidad de Buenos Aires, para realizar estudios de posgrado en Francia. Pero lamentablemente tuve que declinar esa posibilidad

dado que mi alejamiento significaría la pérdida definitiva del contrato en Rosario y la perspectiva de desarrollar allí una carrera académica.

En 1966 falleció inesperadamente el Profesor Hernández, y los alumnos platenses solicitaron al Consejo Directivo que me hiciera cargo de la cátedra de Geofísica. Dicté la asignatura durante 1966, lo que significó una experiencia invaluable para mí, porque aquellos brillantes estudiantes dejaron en mí buenas enseñanzas sobre geología. De aquella camada recuerdo particularmente a los doctores Carlos Cingolani, Mario Hernández y Miguel Uliana (tempranamente fallecido), todos ellos excelentes investigadores.

En 1967 me ofrecieron un cargo de Profesor Titular *full time* en Rosario, con la excelente perspectiva que implicaba la inminente llegada de un gravímetro y un magnetómetro, ambos de última generación. Una semana después, paradójicamente, tuve otra oferta de tiempo completo en el área de Agrimensura en La Plata. Mi esposa Hebe, psicóloga con buenos cargos en La Plata, me impulsó generosamente a tomar la decisión: aceptar la oferta de Rosario por las buenas perspectivas futuras. Eso para ella significaba comenzar de nuevo. Éramos jóvenes...

## ■ 5. RAÍCES DE LA ACTIVIDAD EN INVESTIGACIÓN

Lo único que me pidió la Facultad rosarina fue incluir en el plan de investigación trabajos de geoelectrica orientados a la búsqueda de aguas subterráneas, dado que si bien el agua no escaseaba en la región, ella suele tener tenores de salinidad y contenidos de arsénico que complicaban fuertemente su consumo. De modo que el plan contenía investigaciones geoelectricas y construcción de instrumental confiable.

Además comprendía estudios de gravedad y magnetismo para detectar las características y el balance de masas de la corteza en las principales estructuras geológicas de Argentina.

Aprovechando que un grupo de expertos de Naciones Unidas estaba realizando un estudio de aguas subterráneas en el Valle de Tulúm en San Juan, que incluía interesantes trabajos de prospección geoelectrica proyectados hasta 4 km de profundidad, me fui a trabajar con ellos. Allí adquirí destreza en el manejo del instrumental y en el modelado multicapa. Recuerdo con agradecimiento al Ing. Yves Serres de la Compañía General de Geofísica de Francia con quien mucho aprendí.

Asesorado por el Departamento de Electrónica de la Facultad construimos dos equipos bi compensadores en corriente continua (c.c.) con adecuadas fuentes de alimentación. Con ellos extendimos los electro-sondeos en una amplia zona del sur de Santa Fe y alrededores y colaboramos con la Dirección de Hidráulica de Santa Fe detectando los acuíferos más aptos, y presentamos un método para construir modelos de tres capas a partir de un modelo simple de dos capas. Para completar nuestra labor dictamos cursos de prospección geofísica que originaron publicaciones posteriores.

Como nuestra biblioteca carecía de una amplia bibliografía en temas de geoelectrica, y dado que en aquellos tiempos los soviéticos estaban a la cabeza en el tema, decidimos con Pedro Moloznik, jefe de trabajos prácticos de la cátedra de Geofísica, visitar la embajada soviética para que desde allí nos orientaran en cómo conseguir los libros y *papers* que en el mercado nuestro no existían. En la Facultad se extrañaron de nuestra decisión: todo lo

soviético tenía muy mala prensa. La percepción generalizada señalaba que íbamos hacia un agujero negro con fuertes posibilidades de tener contratiempos. Igual persistimos en nuestro ingenuo empeño, justificado tal vez por nuestra juventud.

Desafortunadamente nos atendieron sin ninguna cortesía, nos trataron con alguna brusquedad, y desalentaron todo el intento que conllevaba nuestra misión. La guerra fría creó también una verdadera "cortina de hierro" que frustró nuestro empeño académico.

Un aventajado alumno rosarino, Eduardo Huerta, decidió, como Trabajo Final de su carrera, construir un sismógrafo calibrado. Le conseguimos una Beca de CERESIS (Centro Regional de Sismología para América del Sur) para realizar un curso acelerado de sismología en Santiago de Chile. Contamos también con el asesoramiento del Instituto Sismológico Zonda de San Juan. Culminada satisfactoriamente la construcción del sismógrafo, lo utilizamos desde entonces para enriquecer la enseñanza de la asignatura. El Ing. Eduardo Huerta fue mi primer discípulo. Con él realizamos numerosos trabajos gravimétricos mientras él, simultáneamente, continuó empeñado en realizar estudios sismológicos en la comarca santafesina, concluyendo que su sismicidad es escasísima. El Ing. Huerta, tras una brillante trayectoria, se jubiló hoy como Profesor Titular de Geodesia en la carrera de Ingeniero Agrimensor de la Universidad Nacional de Rosario.

Hacia 1969 comenzamos a trabajar en magnetismo utilizando el magnetómetro protónico recientemente llegado. Cubrimos la región de mediciones y además logramos encontrar en el río Paraná que bordea a Rosario, el lugar exacto de barcos hundidos. Estos estudios fue-

ron de enorme importancia para la Dirección de Puertos local.

En esa época, al proyecto llamado Año Geofísico Internacional 1957-1958 (que estudió la corteza y el interior de la Tierra comprometiéndolo a 30.000 científicos de 60 países), le siguió el Proyecto Manto Superior (*Upper Mantle Project*) continuando con los objetivos del proyecto inicial.

A través del CONICET nuestra Facultad fue invitada a participar de este significativo proyecto, nombrando entonces como representantes a la Dra. Pierina Pasotti (distinguida geóloga doctorada en Italia y Profesora Emérita de la UNR) y a mí. Luego de la primera reunión realizada en CONICET se decidió que Rosario intervendría realizando un perfil gravimétrico entre Tandil (zona de gran estabilidad) y Mar del Plata, llegando al océano. Contando con dos gravímetros del Instituto Geográfico Militar (hoy IGN) realizamos el perfil y lo interpretamos, sin lograr resultados novedosos. La longitud del perfil resultó insuficiente y ello nos dejó una buena enseñanza.

De aquellos primeros estudios gravimétricos rescatamos la realización de una base corta para control de gravímetros ubicada en el sur de Santa Fe. Utilizamos para ello simultáneamente tres gravímetros: dos Lacoste-Romberg del IGN y un Worden de nuestra Facultad. Los extremos, los aeropuertos de Fisherton en Rosario y Sauce Viejo en Santa Fe, fueron vinculados por aire en mediciones de ida y vuelta. Esta Base fue utilizada por las universidades de La Plata, San Juan y Rosario y por YPF para la verificación del comportamiento de sus respectivos gravímetros.

Además, contando con un avión facilitado por la gobernación de

Santa Fe, dotamos de valores de "g" a aeródromos de la zona sur de Santa Fe y áreas vecinas. Estos valores gravimétricos constituyeron adecuadas referencias para estudios geofísicos posteriores.

Hacia fines de la década del 60 recibí una invitación del Ing. Fernando Volponi para realizar una sección gravimétrica que - arrancando en Manantiales (en plena cordillera) - atravesara toda la provincia de San Juan en el sentido W-E y que llegara a Chepes en La Rioja. El Ing. Volponi, pionero en la sismología en la Argentina, había construido sus propios sismógrafos. Él fue el Director Fundador del Instituto Sismológico Zonda (que hoy lleva su nombre). El Profesor Volponi había encontrado un atraso en el tiempo de llegada de las ondas PKP observadas y normalizadas. Era un valor significativo de 1,8 segundos, que - hipotéticamente - atribuyó a un engrosamiento cortical. Se sabe que la corteza engrosada constituye una "carretera" de menor eficiencia para la transmisión de las ondas sísmicas, que el manto superior al que reemplaza en zonas orogénicas. De allí el atraso de las PKP. Esto explica que el profesor Volponi necesitara disponer de un modelo cortical, con el fin de avalar o desechar su hipótesis. Su objetivo era lograr un modelo gravimétrico contando con nuestra colaboración.

Para efectuar las mediciones nos trasladamos a San Juan con el gravímetro Worden de nuestra Facultad, en un avión de la gobernación de Santa Fe. Debíamos llevar el valor de gravedad desde el aeropuerto de Rosario al de San Juan (entonces "Las Chacritas"). Hicimos dos escalas: en Sauce Viejo (Santa Fe), y en Pajas Blancas (Córdoba) donde reiteramos las mediciones.

Eran momentos difíciles en nues-

tro país. Focos guerrilleros accionaban sin dar tregua y eran reprimidos violentamente por el ejército, de modo que cuando, luego de aterrizar, nos permitieron medir en el aeropuerto de Córdoba, nos adosaron un soldado que nos apuntó con un fusil durante todo el tiempo que requirió nuestro trabajo.

Faltaba el tramo Córdoba – San Juan, y allí nos enfrentamos con otro contratiempo. El piloto de nuestro pequeño *Beechcraft* comenzó a transpirar copiosamente. Creímos que estaba descompuesto y para colmo le hablábamos y no respondía. Cuando pareció más calmo, Pedro Moloeznik le pidió que pusiera la radio porque jugaba "su" preciado Estudiantes de La Plata. Silencio total, y nuevo baño de transpiración del piloto. Por fin llegamos a San Juan, aterrizando sin novedad. El piloto se tranquilizó. Medimos allí por fin el valor de gravedad, que sería nuestra referencia. Por la noche, cenando con el Profesor Volponi, el piloto – ya relajado – cordial, conversador, nos contó que un año antes, tratando de aterrizar con densa niebla en Aeroparque, pasó repentinamente rozando la torre de control, logrando aterrizar no sin esfuerzo. Quedó con un fuerte shock y estuvo en tratamiento psicológico por unos seis meses, y éste era el primer vuelo que realizaba desde entonces. Debía volver a buscarnos al terminar las mediciones, pero Pedro quiso regresar por tierra, y así volvimos.

Después de tres semanas, teníamos listos los resultados de las mediciones. Cuando, ya en Rosario, graficamos las anomalías de gravedad encontradas, una simple lectura cualitativa reveló su enorme importancia. Apareció una imagen especular entre las altitudes andinas y las anomalías que llegaban a -300 mGal, denunciando la existencia de una poderosa raíz que – como

las masas de hielo de un iceberg – balanceaba las altitudes andinas, confirmando la correcta presunción del Ing. Volponi en su interpretación provisoria de la fase PKP.

Hacia el este, tres sierras pampeanas: Pie de Palo, de la Huerta y Chepes, exhibían valores positivos de gravedad que revelaban la falta de raíces, es decir un comportamiento aparentemente anómalo.

Los muy buenos resultados encontrados nos alentaron a culminar todo un perfil gravimétrico transcontinental. Gentilmente la Universidad de Chile nos cedió los datos necesarios para llegar al Océano Pacífico desde el eje andino. Hacia el este, desde Chepes hasta el Río Uruguay, nosotros completamos después las mediciones de "g". Luego interpretamos los resultados y, dado que por entonces era difícil disponer de computadoras, decidimos construir un integrador gráfico que nos permitiera encontrar el fondo de corteza (Moho), que era nuestro objetivo. Cuando el modelo estuvo listo, el principal resultado encontrado reveló que la cordillera andina duplicaba su espesor cortical. La raíz de los Andes balanceaba muy aceptablemente a las masas cordilleranas

visibles.

Cuando comenzamos a trabajar en interpretaciones gravimétricas y magnéticas YPF era nuestro referente, aunque sus metodologías eran sólo expeditivas e incompletas. Siempre agradecí que la Universidad pública me hubiera proporcionado una sólida formación básica. Ello me permitió formar un eficiente grupo de trabajo, con el cual creamos una moderna metodología para procesamiento de datos, filtrado y modelado.

Enterado de los resultados obtenidos al interpretar el perfil gravimétrico transcontinental, el Profesor Juan Carlos Turner (trascendente geólogo argentino), como coordinador por ese entonces del Proyecto Manto Superior en Argentina, me pidió copias del trabajo aún no publicado, para difundirlo. Este estudio apareció después difundido en GEOACTA.

Al mismo tiempo recibí una carta del Ing. Simón Gershanik, destacado sismólogo argentino y primer presidente y fundador de la AAGG (Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas), en la que ponderaba los resultados obtenidos, alentándo-

#### LIBROS Y PUBLICACIONES CIENTIFICAS

Publiqué libros en temas de: geoelectrica aplicada a la búsqueda de aguas subterráneas; prospección geofísica; gravimetría; geodesia física; magnetometría aplicada y sismología.

Fui editor responsable y participé de dos libros homenaje: a los profesores Oscar Parachú (Universidad Nacional de Rosario) y Fernando Volponi (Universidad Nacional de San Juan).

Soy director de una colección "Temas de Geociencia" que lleva publicados 18 ejemplares.

Realicé más de 150 publicaciones científicas difundidas en reconocidas revistas en el ámbito nacional e internacional.

me a proseguir estudios similares a gran escala en la cordillera andina.

Nuestro tema de investigación quedó decidido. En el futuro trabajaríamos en Gravimetría como tema central. Agregaríamos a nuestros modelos, de acuerdo a nuestras posibilidades, otros métodos geofísicos (sismología, magnetotélúrica, magnetismo, etc.).

## ■ 6. LA GRAVIMETRÍA Y LA CONTINUACIÓN DEL CAMINO

El método gravimétrico adolece de una "miopía congénita" dado que no puede ver con precisión los cuatro parámetros (forma, tamaño, profundidad y densidad) que definen a la estructura geológica buscada. Matemáticamente se dice que el problema está indeterminado. Por ello desarrollamos numerosas investigaciones buscando obtener modelos razonables, tanto más consistentes cuanto más datos sísmicos, magnetotélúricos, etc., se incorporaban.

Otra cuestión de primera importancia es aislar la masa buscada (espesor sedimentario, raíces corticales,...) de otras masas que no interesan. Hablamos de filtrado. Desarrollamos muchos métodos de distinta eficiencia como por ejemplo el de prolongación ascendente del campo potencial en los dominios espacial y frecuencial. Trataremos de proporcionar una explicación simple. Una carta gravimétrica medida a nivel del suelo contiene los efectos de todas las masas que subyacen. Una carta gravimétrica construida desde el registro gravimétrico de un avión que vuela a gran altura exhibe los efectos de grandes masas mientras minimiza los efectos de masas menores. Esta forma de filtrar equivale a realizar matemáticamente una prolongación ascendente.

La obtención del balance isos-

tático (o de masas) de estructuras geológicas fue siempre una de nuestras metas. La isostasia se basa en tres conocidas experiencias físicas: la hidrostática (sistema de flotación de Airy), la expansión o contracción por cambios térmicos (sistema de Pratt) y la flexión por sobrepeso (sistema flexural de Vening Meinesz). Para la rápida evaluación isostática de los Andes hemos preparado cartas que permiten obtener en forma simple resultados expeditivos. Hacia 1982 incorporamos al Ing. Fernando Guspí, experto en cálculo y computación, consolidando con él y con sus brillantes investigaciones esa línea de trabajo.

Por fin, hemos desarrollado y optimizado un método basado en fuentes puntuales equivalentes para construir el geoide (la superficie física de la Tierra). Dispusimos, con él, de una herramienta autónoma (o complementaria) para el modelado y análisis isostático.

Completa nuestra labor la preparación de una rica metodología para procesamiento e interpretación magnética.

Nuestro perfil gravimétrico transcontinental sanjuanino fue el inicio de nuestros trabajos en los Andes. Durante unos 30 años fuimos completando 14 secciones gravimétricas que, partiendo del Océano Pacífico, atraviesan Chile y cubren a nuestro país. Los principales resultados alcanzados son, en apretada síntesis: 1) los acortamientos andinos (estrujamientos que produce la compresión en el encuentro entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana, originando el levantamiento de la cordillera) disminuyen desde 250 km – 300 km en el norte argentino hasta algo más de 20 km en 50°S. Los acortamientos permiten también definir el balance de masas de los sectores norte y sur; 2) concordantemente, las anomalías de gravedad (anomalías de Bouguer) fuertemente negativas, disminuyen desde – 400 mGal al norte de Argentina a – 70 mGal en 50°S insinuando una clara disminución hacia la latitud 35°S; 3) estos resultados son consistentes con el abrupto cambio de las profundidades corticales (obtenidas desde inversiones gravimétricas) que disminuye desde unos 65 – 70 km en el segmento norte hasta unos 40 km en 50°S, con un nítido cambio a



la altura de Cuyo; 4) asimismo, estos resultados coinciden con las disminuciones de las máximas altitudes andinas que presentan también un salto descendente en la zona intermedia; 5) encontramos un indicador (relación entre la profundidad de corteza y el espesor elástico equivalente) que concuerda claramente con el abrupto salto intermedio que expresa la diferencia en los estilos tectónicos de los segmentos norte y sur.

Nuestro último trabajo sobre los Andes explica – en base a una reología plástica – la aparente paradoja que supone, en los Andes del norte argentino, tracción en la más alta corteza y compresión generalizada.

Antes de señalar otros estudios geofísicos realizados, ya que mis inquietudes no se limitaron solo al estudio de la cordillera andina (comprenden también estudios de sierras y cuencas sedimentarias...), volvamos a los años 70. Por ese entonces gané el concurso de Profesor Titular con Dedicación Exclusiva en la Universidad de Rosario. Completaba así mi aspiración de dedicarme a la docencia y al mismo tiempo comprendí que no se puede hacer buena docencia si paralelamente no se hace investigación intensa. De lo contrario se corre el riesgo de ser un mero repetidor de textos.

Disponía ya de unas 17 publicaciones científicas, cuando decidí presentarme para ingresar a la carrera de Investigador de CONICET. Eran tiempos en que continuaba la agitación social y vivíamos en una constante intranquilidad y se decía – aunque sin mucho fundamento – que pertenecer a CONICET ofrecía mejores posibilidades de vivir e investigar sin sobresaltos. Sin embargo no escapé a las vicisitudes de aquellos tiempos: junto con otros tres reconocidos profesores fuimos hos-

tigados sin motivos definidos. Poco después nos reivindicaron.

Ingresé, entonces, como dije, a la carrera de Investigador de CONICET donde he llegado hasta la máxima categoría: Investigador Superior (continúo actualmente como Investigador jubilado “*ad-honorem*”).

Al Proyecto Manto Superior le siguió el Proyecto Geodinámica (*Geodynamics Project*) y a éste, el Proyecto sobre la Litosfera (*Lithosphere Project*). Era el principio de la década del 80 y CONICET decidió conducir la representación nacional creando CAPLI (Comisión Argentina para el Proyecto de la Litosfera), designando al Ing. Daniel Valencio (Investigador Superior de CONICET e iniciador del paleomagnetismo en Sudamérica) primer Presidente y miembro fundador del Comité Ejecutivo. A mí se me encomendó ocuparme del tema “Movimientos corticales recientes y deformaciones”. Tenía por entonces alguna experiencia derivada de estudios de mediciones y remediciones de “*g*” y “*h*”, por ejemplo respecto del terremoto de Cauçete del 23/11/77. Fue notable la consistencia entre los resultados aportados por el mecanismo de foco, la remediación de altitudes y la disminución de gravedad. Asimismo habíamos encontrado incrementos de gravedad temporales en la cuenca sedimentaria del Salado. Ello revela hundimiento actual.

Mientras otros colegas se ocupaban del estudio de fallas activas, nosotros continuamos nuestro proyecto de detectar movilismo cortical a partir de remediciones altimétricas y gravimétricas en la zona de San Juan. Hoy continúan dichos estudios.

Pronto CAPLI estableció un Proyecto de Transectas, corredores latitudinales que atravesando de este a

oeste todo nuestro país, permitieron avanzar, desde un amplio número de disciplinas, en el conocimiento físico de la litosfera (la cáscara del planeta de unos 100 km de espesor).

Completando otros estudios realizados citamos:

- 1) Las mediciones gravimétricas realizadas durante la construcción del Túnel Subfluvial Santa Fe – Paraná, con el fin de conocer las características del fondo del río.
- 2) Los estudios geofísicos realizados con el fin de ubicar partes enterradas en Cayastá, la vieja población hispánica de Santa Fe. Estas investigaciones fueron solicitadas por un grupo de arqueólogos de nuestra Universidad.

En 1984 se realizó en Moscú el 26º Congreso Geológico Internacional, que involucró al Programa Internacional de la Litosfera y tuve el honor de ser invitado a disertar en el Simposio especial sobre el movilismo vertical en la Argentina. Como es usual, los congresos internacionales permiten a los investigadores ampliar sus conocimientos turísticos. De aquel viaje nos deslumbró la por entonces Leningrado, con su magnífico museo del Hermitage.

Años después fui designado por CONICET Presidente de CAPLI.

El último gran proyecto internacional en el que colaboré como coordinador fue el “*South American Gravity Project*” (1988 – 1991).

Paralelamente seguíamos trabajando: en recolección de datos gravi-magnetométricos, modelado cortical y nuevas propuestas teóricas



sobre métodos de inversión, optimización y aceleración de la convergencia.

De las campañas de mediciones conservo lindísimos recuerdos, matizados con un gran número de pequeñas anécdotas. Para no cansar, citaré solo lo ocurrido en una jornada de trabajo: subíamos al Aconquija, midiendo cada dos kilómetros con nuestro gravímetro. Cuando estábamos llegando a la cumbre, la huella se tornó muy empinada, las mulas y caballos pugnando por trepar inclinaban sus grupas hasta ponerse casi verticales. De pronto la montura de una mula mal cinchada se deslizó hacia la cola del animal arrastrando al jinete que cayó al suelo sentado, ante la sorpresa de todos que pronto se transformó en risas. Ya en la cumbre, a 5500 metros de altura, hicimos noche. Había fuerte "puna", el llamado "mal de montaña" por los primeros colonizadores españoles. Sabemos que algunos lo soportan mal, nosotros tuvimos solo un persistente dolor de cabeza. Para cenar pusimos a hervir arroz, pero pasaba el tiempo y el arroz no se ablandaba. Pronto recordamos que a esa notable altura, el agua necesita una menor temperatura para hervir y así la cocción se hace muy lenta. Cansados de esperar, comimos el arroz a medio cocinar.

Contabilizo innumerables campañas que me permitieron conocer lugares recónditos y maravillosos paisajes. Por ello me considero muy afortunado.

Nuestras tareas, que - como dijéramos - se iniciaron realizando prospecciones geoeléctricas y estudios gravimétricos de la cordillera, se extendieron al estudio de cuencas sedimentarias (Salado, Claromecó, Golfo de San Jorge, Cuyana, de las Salinas, etc.) y estructuras orográficas menores (sierras de Córdoba,

Valle Fértil, Pié de Palo, etc.).

Ante una singular propuesta del Dr. Víctor Ramos (geólogo de notable relevancia internacional), llevamos adelante con él el modelado profundo de la cuenca del Salado cuya génesis se atribuyó a la apertura del Océano Atlántico Sur.

A fines de la década del 80 dicté, por invitación, durante tres años la asignatura Campos Potenciales en la carrera de Geofísica de la Universidad de La Plata. Las clases

### DISTINCIONES Y RECONOCIMIENTOS

Medalla de la Asociación Amigos del Planetario y Observatorio Astronómico de Rosario (1975)

Premio de la Asociación de Profesores de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario (1975)

Premio "Eduardo Baglietto" de la Academia Nacional de Ingeniería (1983)

Premio "Horacio Harrington" de la Academia Nacional de Ciencias Exactas y Naturales (1992)

Medalla por el Curso Internacional de Geofísica en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario (1995)

Distinción de la Asociación Pro-Ciencia de Rosario (1995)

Académico Correspondiente de la Academia Nacional de Ingeniería (1995)

Doctor Honoris Causa de la Universidad Nacional de San Juan (2000)

Miembro Honorario de la Asociación Geológica Argentina (AGA) (2000)

Distinción Honorífica del Consejo Deliberante de la ciudad de Junín, Buenos Aires (2001)

Premio del IPGH (Instituto Panamericano de Geografía e Historia) a la trayectoria en Geofísica (2010)

Homenaje de la Universidad Nacional de San Juan (2014)

Profesor Honorario de la Universidad Nacional de Rosario (2015)

se desarrollaron en el Observatorio Astronómico, próximo a la cancha de Gimnasia y Esgrima. Un día de semana en que dábamos clases y simultáneamente jugaba Gimnasia, oímos un tremendo ruido semejante a una explosión. Era un gol de Gimnasia. Tiempo después, conversando con la Dra. Nora Sabbione, Profesora de Sismología en la carrera citada, nos dijo que cada gol de Gimnasia es registrado como un temblor en los sismógrafos del Observatorio.

Hacia 1997 nuestra Facultad en la UNR puso en marcha la carrera de Doctorado en Ingeniería. Un tiempo antes las autoridades de la Facultad me solicitaron completar mi Doctorado para inmediatamente hacerme cargo de la nueva carrera próxima a ponerse en marcha. Fue así que, bajo la dirección del Prof. Ing. Ángel Cerrato, completé los estudios anteriores que, solo y en colaboración, había realizado sobre la cuenca del Salado, para desarrollar mi Tesis Doctoral. El resultado más significativo predice un hundimiento futuro de 3 a 4 km. Cuidadosas remediciones de gravedad confirman que actualmente la cuenca descende.

Una vez doctorado, fui Director de la nueva Carrera desde 1998 al 2002.

Tal vez convenga aclarar que mi título de Ingeniero era por entonces considerado título máximo, y con él ingresé a la Carrera de Investigador Científico de CONICET.

## ■ 7. VINCULACION CON LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN

Ya he señalado que mi relación con la Universidad Nacional de San Juan comenzó con la invitación del Ing. Fernando Volponi para desarrollar trabajos de gravimetría en los Andes sanjuaninos. A estos es-

### DOCENCIA DE GRADO Y POSGRADO. FORMACIONES IMPARTIDAS. OTROS.

Me inicié en la docencia en la Universidad Nacional de La Plata. Dicté cursos de grado en Geofísica en las Universidades de Rosario, San Juan y La Plata. En esta última, en tres facultades distintas (Ingeniería, de Ciencias Naturales y Museo y en la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas).

Dicté cursos de posgrado en temas de Geociencias en las Universidades de Buenos Aires, Rosario, Córdoba, del Litoral, de San Juan y de Cuyo.

Durante más de 10 años dicté, en la modalidad tradicional, el curso: "Gravimetría. Sus aplicaciones tectónicas", con excelente concurrencia de alumnos y colegas ibero-latinoamericanos. Contó con la presencia de muchos reconocidos profesores invitados. Pero quien estuvo presente siempre, prestigiando notablemente el dictado, fue el Dr. Víctor Ramos, a quien por entonces bauticé, creo que sin exagerar, "el Maradona de la Geología". Este curso luego fue impartido en la modalidad a distancia.

Dirigí más de 15 pasantías; 42 Tesinas (en cuatro Universidades); 25 Becas (la mayor parte de CONICET); 10 Tesis Doctorales (4 de ellas obtuvieron premios).

Dicté más de 70 conferencias. Asistí a más de 100 congresos nacionales e internacionales, en los que fui expositor, convenor, disertante invitado, etc.



### ACTUACION COMO EVALUADOR

Entre 1983 y 1996, con breves interrupciones, integré la Comisión Asesora de Ciencias de la Tierra de CONICET. Eventualmente colaboré con la Junta de Calificaciones. Eran jornadas agotadoras que sin embargo nos dejaban la satisfacción de haber puesto la mayor ecuanimidad posible para la evaluación de proyectos y de colegas. Las reuniones desarrolladas en un ambiente de respeto y camaradería me dejaron como saldo muy positivo relaciones de afecto y amistad con los colegas.

Además, fui evaluador de CONEAU, de FONCYT y en numerosas Universidades Nacionales y eventualmente realicé asesoramientos en países vecinos (Chile, Brasil). En 2003 integré la terna de evaluadores designada por la UNESCO para evaluar la carrera de Ingeniería Geofísica en la Universidad Central de Venezuela (Caracas).



tudios le siguieron determinaciones de gradientes verticales de gravedad en la comarca cuyana. Ocurrido el terremoto de Cauçete del 23/11/77 remedimos gravedad en una línea E-W mientras la Universidad Nacional de San Juan remedía altimétricamente la misma línea. Encontramos resultados consistentes con el mecanismo de foco realizado por el Ing. Volponi. Complementariamente, con él construimos una torre para medir gravedad a distintas alturas, determinando gradientes verticales. Desde allí, nuestra colaboración fue sistemática.

Hacia fines de la década del '80 se creó en la Universidad de San Juan la Licenciatura en Geofísica, y fui invitado a desarrollar el curso de grado de Métodos Potenciales. Durante tres años dicté esa asignatura viajando regularmente desde Rosario. La cátedra fue continuada luego por el Prof. Ing. Abelardo Robles (excelente compañero de tantas campañas) y luego por la Dra. Silvia Miranda, una de mis discípulas. Dirigí por ese entonces varias tesinas, consolidando una vinculación académica que abriría interesantes perspectivas. Cuatro aventajados alumnos (Silvia

Miranda, Mario Giménez, Patricia Martínez y Francisco Ruiz) culminaron sus Tesis Doctorales bajo mi dirección. Hoy todos ellos son destacados docentes – investigadores que ocupan puestos significativos en la Universidad Nacional de San Juan, desde los cuales potencian a la Geofísica. Con los tres últimos, el largo contacto de más de 25 años consolidó una relación afectiva que mucho valoro.

Numerosos trabajos de investigación, bien difundidos nacional e internacionalmente, a los cuales se sumaron otras Tesis Doctorales, completan nuestra vinculación.

### ■ 8. LA FUNDACION DEL INSTITUTO DE FÍSICA ROSARIO

Al llegar los años '80, las autoridades municipales de Rosario solicitaron al Dr. Mario Castagnino (hoy Profesor Emérito de la UBA) que buscara un medio para garantizar que el Observatorio Astronómico y Planetario desarrollara sus actividades en un marco de absoluta seriedad científica, dado que por entonces había fallecido su Director, el Profesor Capolongo, y había – en aquel tiempo – gran preocupación por el entusiasmo de parte de su personal técnico por los platos voladores tripulados por extraterrestres. El Dr. Castagnino decidió entonces involucrar a un grupo de profesores de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario, tratando de proporcionar la seriedad requerida. Como consecuencia fui designado director del Observatorio Astronómico y Planetario de Rosario, función que desempeñé “*ad-honorem*” durante tres años.

Simultáneamente el Dr. Castagnino gestionó ante CONICET la creación de un Instituto de Física, contando inicialmente con cuatro

grupos liderados por investigadores autónomos de CONICET entre los cuales estaba mi Grupo de Geofísica. Así, por un convenio entre CONICET y la Universidad Nacional de Rosario, nació el IFIR (Instituto de Física Rosario), que luego de más de 30 años de labor, ha ampliado sus objetivos y se encuentra bien consolidado y reconocido.

Desde entonces tuve una doble filiación: La Facultad y el IFIR (UNR y CONICET).

## ■ 9. REFLEXIONES FINALES

Como pasé más de cincuenta años en la vida académica de la Universidad, me permito estas reflexiones sobre mi parecer al respecto. Considero que la Universidad es esencialmente un hecho cultural que supera con amplitud la sola formación de profesionales. Precisan-do, podemos decir que tiene los siguientes objetivos:

- I) Cultural. Debe encargarse del origen, naturaleza y límites del conocimiento (gnoseología). Se asume que los saberes deben mantenerse vivos a lo largo del tiempo. Luego, la Universidad debe encargarse de preservarlos, difundiéndolos con el máximo rigor.
- II) Creativo. La Universidad debe crear conocimientos. Desde las cátedras se deben impartir los métodos de investigación tradicionales y actualizados, la forma de plantear hipótesis y las validaciones. Se debe alentar la autonomía de pensar, el desarrollo del espíritu crítico. La actitud del estudiante debe ser libre y espontánea y los docentes deben alentar la participación de los alumnos.
- III) Formativo. La Universidad

debe formar los profesionales que el país necesita, con sólidos fundamentos básicos que les permitan incorporar con facilidad las novedades y puedan adaptarse bien a las situaciones cambiantes.

- IV) Interactivo. La Universidad debe interactuar con la sociedad. Desde su autonomía debe actuar con responsabilidad social. Debe estar abierta a realizar asesoramientos en temas de interés nacional no rutinarios.

A lo largo de mi vida universitaria tuve siempre en consideración estos objetivos, tratando de alcanzarlos. Así, enseñé como si estuviera investigando. En una interacción activa con los estudiantes se planteaban hipótesis y se las validaba, aunque no siempre tuve el éxito esperado por el fuerte apego a la tradicional pasiva clase magistral que tienen todavía los alumnos.

Al mismo tiempo la investigación científica me permitió alcanzar resultados novedosos que asumimos como pequeños eslabones en la cadena que construye el conocimiento.

Formé profesionales, muchos de ellos absorbidos por YPF, y otros que son hoy investigadores destacados. Realicé asesoramientos en cuestiones de interés nacional e internacional, como lo expresa nuestra colaboración para definir el límite externo de la plataforma continental argentina con datos de gravedad.

Una última reflexión: como ya lo señalara, comencé la docencia en Rosario como Profesor Contratado sin haber alcanzado (me di cuenta después) adecuados niveles de formación para enseñar con máxima excelencia en el nivel superior. Ello

me obligó a realizar un esfuerzo inusual como autodidacta. Gracias a la excelente formación básica adquirida en la universidad pública y a mi tozudez – que sí la tengo, y mucha – logré suplir mis carencias. Fueron interminables horas de búsqueda, estudios y cálculos, recorriendo una y otra vez caminos muchas veces infructuosos.

Hoy puedo expresar con plena convicción que mi autoformación no es el mejor ejemplo para realizar una carrera académica y de investigación. Los pasos que tradicionalmente se siguen son los más adecuados: doctorarse de ser posible con la guía de un gran director y tratar de realizar estudios y pasantías en reconocidos centros internacionales. De todos modos, mi largo desempeño me brindó auténticas satisfacciones que me llenan de orgullo.

Finalmente, debo expresar mi reconocimiento a las cuatro Universidades argentinas (La Plata, Buenos Aires, Rosario y San Juan) donde aprendí, enseñé e investigué; a CONICET, que con sus altas exigencias nos marcó el camino; a mi esposa, por su cálido aliento que supuso secundarizar su desarrollo profesional, a mis tres hijos, nuestro mayor orgullo, quienes soportaron sin quejas las constantes ausencias producidas por mi actividad de docente e investigador. Ellos son agradecidos deudores de nuestra excelente universidad pública. Consecuentemente creen en una organización social plural y fuertemente solidaria. De nuestros seis nietos, tal vez alguno de ellos continúe con la tradición familiar de enseñar.

## El 98 por ciento de los doctores formados por el CONICET tiene empleo

Según un informe dado a conocer por este organismo científico acerca de la inserción de doctores, sólo un 1 por ciento de estos ex-becarios no tiene trabajo o no poseen ocupación declarada y un 10 por ciento posee remuneraciones inferiores a un estipendio de una beca doctoral.

Asimismo, proyecta que el 89 por ciento de los encuestados tiene una situación favorable en su actividad profesional, pero sobre todo asegura que más del 98 por ciento de los científicos salidos del CONICET consigue trabajo.

Los datos surgidos del estudio "Análisis de la inserción laboral de los ex-becarios Doctorales financiados por CONICET", realizado por la Gerencia de Recursos Humanos del organismo, involucró 934 casos sobre una población de 6.080 ex-becarios entre los años 1998 y el 2011.

Al respecto, en el mismo se considera que del número de ex-becarios consultados, el 52 por ciento (485 casos), continúa en el CONICET en la Carrera del Investigador Científico y Tecnológico.

De los que no ingresaron en el organismo pero trabajan en el país, sobre 341 casos, el 48 por ciento se encuentra empleado en universidades de gestión pública y un 5 por ciento en privadas; el 18 por ciento en empresas, un 6 por ciento en organismos de Ciencia y Técnica (CyT), un 12 por ciento en la gestión pública y el resto en instituciones y organismos del Estado.

En tanto, en el extranjero, sobre 94 casos, el 90 por ciento trabaja en universidades, el 7 por ciento en empresas y el 2 por ciento es autónomo.

El mismo informe traduce que la demanda del sector privado sobre la

incorporación de doctores no es aún la esperada, pero está creciendo. La inserción en el Estado, si se suma a las universidades nacionales y ministerios, se constituye en el mayor ámbito de actividad.

Frente a ello, a los fines de avanzar en la inserción en el ámbito publico-privado el CONICET realiza actividades políticas de articulación con otros organismos de CyT, es decir, universidades, empresas, a través de la Unión Industrial Argentina (UIA), y en particular con YPF que requiere personal altamente capacitado en diferentes áreas de investigación.

Desde el CONICET se espera que en la medida que la producción argentina requiera más innovación, crecerá la demanda de doctores. Para cuando llegue ese momento el país deberá tener los recursos humanos preparados para dar respuestas. Es por ello se piensa en doctores para el país y no solamente doctores para el CONICET.

Programa +VALOR.DOC

### Sumar doctores al desarrollo del país

*A través de esta iniciativa nacional, impulsada por el CONICET y organismos del Estado, se amplían las posibilidades de inserción laboral de profesionales con formación doctoral*

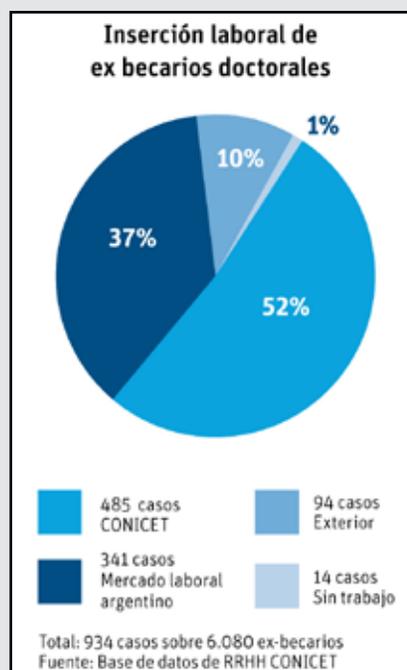
El programa +VALOR.DOC bajo el lema "Sumando Doctores al Desarrollo de la Argentina", busca vincular los recursos humanos con las necesidades y oportunidades de desarrollo del país y fomentar la incorporación de doctores a la estructura productiva, educativa, administrativa y de servicios.

A partir de una base de datos y herramientas informáticas, se aportan recursos humanos altamente calificados a la industria, los servicios y la gestión pública. Mediante una página Web, los doctores cargan su curriculum vitae para que puedan contactarlos por perfil de formación y, de esta manera, generarse los vínculos necesarios.

Con el apoyo del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, este programa tiene como objetivo reforzar las capacidades científico-tecnológicas de las empresas, potenciar la gestión y complementar las acciones de vinculación entre el sector que promueve el conocimiento y el productivo.

+VALOR.DOC es una propuesta interinstitucional que promueve y facilita la inserción laboral de doctores que por sus conocimientos impactan positivamente en la sociedad.

Para conocer más sobre el programa [www.masVALORDoc.conicet.gov.ar](http://www.masVALORDoc.conicet.gov.ar).



## Lucio Iurman

por Juan Carlos Almagro



En 1964 ya había pasado un año desde mi traslado laboral desde un sótano de la Facultad de Ingeniería de La Plata a una oficina muy compartida en Constituyentes y Gral. Paz, de la CNEA. El Ingeniero Cusminsky, mi jefe en La Plata, y el Ingeniero Martínez Vidal, habían acordado que yo siguiera haciendo investigación, ya que el Ing. Cusminsky se iba a trabajar al *Imperial College* de Londres, y de aquella manera darían continuidad a mi trabajo en la unión de metales por presión iniciado como colaborador de Gregorio Cusminsky. El grupo era de unos 4 o 5 amontonados en una oficina del primer piso del Centro Atómico Constituyentes, pero rotábamos los 3 escritorios porque también teníamos que trabajar en el laboratorio.

Un día de esos aparece un joven ingeniero que es presentado al grupo, y con qué gran soltura se integró a nosotros, no hubo la más mínima señal de desubicación a pesar de los 650 Km que lo separaban de su Bahía Blanca. No teníamos idea de que se quedaría un año con nosotros, ni tampoco pensamos que con él se reduciría aún más el espacio. Este joven se llamaba Lucio Iurman y tenía 26 años.

Bueno, así comenzó nuestro período de trabajo que duró hasta el

presente. En lo técnico, las conversaciones eran sobre metalurgia, creo que él supuso que nosotros no éramos también iniciados en el tema pero recuerdo que rápidamente aclaró que lo único que sabía era el diagrama hierro – carbono.

Muy larga es la cantidad de cosas que sucedieron durante ese año, algunas de ellas tenían que ver con la laminación en caliente y, como estábamos trabajando en el desarrollo de la fabricación de los elementos combustibles para el RA3, resultó de una de las inquietudes de Martínez el tiempo de calentamiento del núcleo antes de la laminación del sándwich, que finalmente terminaría en la placa combustible. Se consiguió un libro de transferencia de calor, planteó algunas ecuaciones constitutivas y nosotros continuamos con el trabajo. Lucio Iurman más dedicado a las ecuaciones y yo lo acompañaba con la parte experimental

Ese laminar en caliente y una edad apropiada para hacer cosas atrevidas alguna vez dio lugar a alguna broma que sólo por el buen sentido de humor que reinaba en el ambiente me ha sido perdonada por mi amigo Lucio. Ése era el espíritu que había, una alegría y dedicación en el trabajo que venía acompañada de resultados de calidad en tiempo y forma, como se dice administrativamente.

En Martínez Vidal siempre se notó una sutil adicción, algo compulsiva, con los libros; también era muy hábil con la palabra, que junto a una característica de todo el laboratorio (la Gerencia de Tecnología) la de transferir conocimientos con riguroso nivel científico a nosotros nos tocaba hacerlo hacia el área de la industria metal mecánica. Así frecuentemente dictaba cursos de trabajado mecánico de los metales, incluyendo los sábados en la mañana, y en ellos colaborábamos nosotros.

No puedo dejar de recordar los bifés de chorizo en “Negro el 2” y algún descanso hecho luego de disfrutarlo, estacionando legalmente la Estanciera en la cuneta de la avenida GP.

Sería algo cansador contar todo lo que se hizo durante ese año y dudo que lo recuerde sin cometer

alguna injusticia, pero la formación resultante de los seminarios hechos siguiendo los capítulos de un libro de deformación plástica inició la base de lo que fue posteriormente, y todavía perdura, el estilo del tratamiento de esta disciplina. Aquí y en el exterior.

Lucio Iurman es uno de los principales maestros que ha ampliado y difundido aquellos conceptos que aprendimos en 1964.

La despedida ese año fue algo despiadada, especialmente porque después de ella tenía que pasar a recoger la valija para volver a Bahía Blanca, sin más tiempo que para recogerla, tomar el micro y permanecer en el por más de 10 horas. Lo sumergimos en una pileta de agua, pileta destinada a hacer experimentos de ultrasonido.

En ese año ya conocimos un hombre formado en los principios puros de un gran respeto por el prójimo, claro que alguna vez nos aprovechamos de eso y le regalamos una vela de un metro y medio comprada en San Cayetano.

Piensen que han pasado 51 años de ello y, si sigo escribiendo cosas que hemos compartido, sería biográfico... quizás resumiría que aprendíamos no sólo trabajando sino que al mismo tiempo en los seminarios sobre la metalurgia y el trabajado mecánico, los cuales nuestro jefe Martínez Vidal nos había organizado. El ambiente en el resto del laboratorio era bastante similar, producto de la filosofía y conducción de Jorge Sábato.

Algún analizador actual tituló es período como una "utopía", yo puedo decir que no se trató de una utopía, era como auténticamente se sentían las cosas.

Acompañé a Lucio Iurman por un tiempo colaborando en la actividad que ha sido la natural esencia de su carrera, la docencia. Luego nos separamos por un tiempo, porque yo me había ido al exterior y él a Bahía Blanca. Sin precisar mucho en el tiempo transcurrido, más tarde nos encontramos nuevamente, yo a cargo de un proyecto en CNEA y él como proveedor. Éste estaba trabajando para INVAP, que nos construyó el horno en vacío para los tratamientos térmicos de la planta piloto, la que desarrollaba la tecnología de la fabricación de los insumos de zirconio para los elementos combustibles.

A pesar que INVAP era un contratista haciendo un horno prototipo, Lucio supo moderar la relación entre la empresa y el jefe del proyecto amortiguando los desencuentros propios de estos casos, sin que se pasara a mayores.

Cambió su dependencia laboral y, ya como miembro de CNEA, después de trabajar con Jorge Kittl en la instalación de la Fábrica de Aleaciones Especiales, nuestra relación entró en esa faceta de las cosas de la producción. Ahí cambiaron los personajes a conducir, no solo no eran alumnos sino que eran personal de una fábrica.

Cualquiera puede imaginar que durante ese período de dos años hay infinidad de anécdotas para contar, cosa que no voy hacer aquí. Una de las que nunca olvidé fue una vez sobre cuáles podían ser las causas que teníamos con un problema con el golpeteo en la laminadora llamada HPT 32, y Iurman me leía algo escrito sobre eso. Para mí él me estaba leyendo un informe que había preparado sobre el problema, cuando me dice: "no, es del libro ruso". Uno que había sido traducido y describía exactamente lo que no se debía hacer y nosotros hacíamos.

Antes de esta etapa industrial y nuevamente en el campo de la transferencia de conocimiento, se dedicó a la gestión, primero armando ese aspecto para un instituto en el campo siderúrgico. Misión nada fácil, organizando la gestión del conocimiento dentro del ámbito siderúrgico con empresas de la producción, en el Instituto Argentino de Siderurgia en donde también dejó claramente su huella.

Esto lo repitió años después en la República de Nigeria.

Volviendo a la etapa en que estábamos juntos en el Centro Atómico Ezeiza, alrededor de 1985, un día vino y me dijo que se volvería a Bahía Blanca y así lo hizo para regresar a la docencia e investigación.

Cuando acordé escribir la semblanza de Lucio Iurman desconocía que él iba a ser tan detallista, preciso y ameno, verdaderamente me dejó poco para escribir.

Nos conocimos en el inicio de nuestra vida familiar y profesional y no recuerdo un momento de desentendimiento en los 50 años de cono-cernos. A pesar de ello, reconozco que una vez que perdió su paciencia porque yo me había excedido en la demanda con FAE.

Vivimos bajo nuestras propias personalidades pero acuñadas en la filosofía de un sector y particularmente la del Ing. Martínez Vidal (El Ministro), que hizo de la gestión del conocimiento algo más que un discurso.

Lucio recorrió diversas tareas laborales en las que no dejó de notarse la naturaleza docente que lo caracterizó y caracteriza. Es posible que esa virtud y las otras mencionadas hayan permitido a alumnos y colegas apreciarlo como hasta hoy

lo siguen haciendo.

Lucio es de aquellos que nacen con buena pluma y por ello no dejó de escribir *papers*, apuntes, traducciones, libros y todo aquello que se

necesitara poner permanente en el papel.

Su vocación está insinuada desde temprana edad, ya que escribió a los 15 o 16 años con un amigo una

ópera sobre la emboscada que dio muerte a Martín Miguel de Güemes. Esto no es lo más simpático, ya que lo hacían mientras uno escribía el otro alternativamente bombeaba para llenar el tanque de agua de la casa.

# CONTRIBUCIÓN A LA APLICACIÓN DE LA METALURGIA: UNA VOCACIÓN REALIZADA

**Palabras clave:** Mecánica del continuo, Metalurgia física, Conformado de metales, Elaboración de tubos, Estampado de chapas metálicas, Gestión universitaria, Enseñanza de la metalurgia.  
**Key words:** Continuum mechanic, Physical metallurgy, Metal forming, Tube-making, Sheet-metal stamping, University management, Teaching of metallurgy.

## ■ Lucio Iurman

Universidad Nacional del Sur  
Universidad Tecnológica Nacional - Facultad  
Regional Bahía Blanca

lucioiurman@yahoo.com.ar

### ■ RESUMEN

En esta reseña trato de condensar mi experiencia de vida profesional en los distintos ámbitos en que me tocó actuar, a veces por elección propia y otras, impulsado por las circunstancias que debimos sobrellevar los hombres y mujeres de mi generación.

### ■ 1. LOS COMIENZOS

En algún momento de mi adolescencia, al pasar por las aulas secundarias, apareció la vocación por las llamadas "ciencias duras", en especial la experimentación en fenómenos físicos, con particular énfasis en los químicos. Hasta ese entonces, mis intereses intelectuales predominantes se volcaban al estudio de la historia. Pasión ésta que de todos modos nunca desapareció y me sigue acompañando hasta el presente.

Había llegado al país en 1950, procedente de Trieste, ciudad que en aquel entonces formaba parte del llamado "Territorio Libre de Trieste",

un invento posterior a la Segunda Guerra Mundial, provisorio mientras se llegaba a un acuerdo sobre los límites fronterizos entre Italia y Yugoslavia. En la Argentina, la familia se radicó en las chacras de Villa Regina, en Río Negro. Después de tres meses de séptimo grado primario en una escuela rural, rendí libres todos los grados de la educación primaria, pasé por el seminario salesiano de Fortín Mercedes, Provincia de Buenos Aires, donde cursé el primer año secundario, y completé la educación secundaria en el Colegio Nacional de General Roca. Pues bien, en este colegio es donde empieza la aventura intelectual físico-química.

Había en el colegio un laboratorio para demostraciones de fenómenos físicos y químicos y supongo que el contacto con esa aparatología y la calidad de los docentes que por suerte tuve en ese período, hicieron nacer la semilla de la inquietud por la experimentación. Pero había además otro hecho, inusual para el entorno y la época. Un amigo del cole-

gio, un año más adelantado que yo en los estudios y también residente en las chacras de Villa Regina, había montado todo un laboratorio en un carromato de gitanos, y nos pasábamos horas haciendo cosas (en realidad él hacía, yo miraba). Tan fuerte fue la atracción que sentí, que a mi vez compré algunos recipientes de vidrio (matraces, balones, erlenmeyers son los nombres técnicos), hasta un aparato para destilar, mecheros y otros elementos, con los cuales pretendía elaborar bebidas, repetir experiencias vistas en el colegio, etc. Nunca logré nada importante, sí recibí muchos retos por manteles manchados o quemados. Pero ése fue el comienzo.

### ■ 2. LA UNIVERSIDAD

En 1955 terminé de cursar el bachillerato y debía elegir tanto una carrera como dónde estudiar. Por proximidad geográfica y referencias de algunos amigos, la recién creada Universidad Nacional del Sur, en Bahía Blanca, parecía la mejor op-

ción. Tuve acceso a planes de estudio del Instituto Tecnológico del Sur (que ese año devino en la Universidad citada), me parecieron coincidentes con mis apetencias, y así fue que en 1956 me inscribí en la carrera de Ingeniería Industrial. Afronté los gastos de la ida a Bahía Blanca para inscribirme con lo producido del cultivo de dos hileras de tomates que mi padre me había dejado para uso personal.

Puesto que la Universidad se acababa de crear, se dejaron de lado los planes de estudio del precedente Instituto, para poner en marcha otros nuevos. Pero estos otros nuevos no estaban del todo definidos desde el principio, así que los que íbamos haciendo punta en las carreras teníamos a veces materias que se iban improvisando. De todos modos, el nivel era muy bueno en la mayoría de ellas, destacándose ya sobre el final las que correspondían a las máquinas térmicas y a las tecnologías mecánicas. En estas últimas, el profesor era – y sigue siendo – el ingeniero Nelson Mazini.

Quiero dedicar una mención especial a la actividad política estudiantil durante mis estudios universitarios. La Universidad era nueva. Había que hacer desde sus estatutos hasta la consolidación de sus estructuras académicas. Eran por otra parte tiempos social y políticamente revueltos, con un régimen militar tras el derrocamiento del gobierno peronista, después sobrevino la presidencia de Frondizi y el debate sobre la enseñanza libre o laica, con golpes o amenazas de golpes militares a cada instante.

En ese período, los grupos estudiantiles estaban muy activos, no sólo en el campo estrictamente gremial (impresión de apuntes, defensa de bienestar estudiantil como comedores universitarios, etc.), sino tam-

bién y a veces fundamentalmente en el terreno político. En la Universidad Nacional del Sur (UNS en adelante), los dos grupos antagónicos en cuanto a política universitaria se refiere eran la Federación Universitaria del Sur y la Liga de Estudiantes Humanistas del Sur. Ambas formaban parte de estructuras nacionales que eran, respectivamente, La Federación Universitaria Argentina y la Organización de Estudiantes Humanistas Argentinos. Básicamente, los primeros eran reformistas, partidarios de la enseñanza laica y del gobierno tripartito igualitario en las universidades. Los humanistas defendían la enseñanza libre y el gobierno tripartito no igualitario. Había otras diferencias, pero aquí rescato las principales. Yo milité en el humanismo. Había tomas de la universidad, paros, panfleteadas, en fin, un ambiente bastante movido.

Destaco el hecho de la militancia en la política universitaria, porque la considero muy formativa. Toda una generación de jóvenes nos fogueamos en esas lides, participamos en la consolidación de nuestra Universidad, desde enfoques diferentes y muchas veces contrapuestos. Ahora, cuando nos encontramos con varios años más en nuestro haber, los que ayer disentíamos y nos peleábamos, experimentamos la profunda emoción de sentirnos hermanados por una tarea realizada con la pasión de la juventud, con errores y con aciertos. Y ahí está, ¡nuestra UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR!

Volviendo a la faz técnica, una vez recibido y cuando me fue ofrecido quedarme en la Universidad, elegí trabajar en el área de las tecnologías mecánicas. La decisión se debió, como es de imaginarse, a la calidad docente del profesor, ya des tacada anteriormente. Hago hincapié en este hecho, para resaltar la influencia que ejerce un buen docente

sobre las vocaciones de los jóvenes.

El Área de Tecnología Mecánica tenía a su cargo varias materias y pretendíamos empezar a realizar algo de investigación o desarrollo en metalurgia. Estaba conformada por tres docentes con dedicación exclusiva, uno de los cuales era yo, y algunos más con dedicaciones parciales. No teníamos laboratorio propio y por eso usábamos las facilidades del de Estudio y Ensayo de Materiales. Yo entré al grupo como Asistente de Docencia, que en la UNS equivale al de Jefe de Trabajos Prácticos clásico. El otro joven Asistente era el Ing. Alfredo Sáenz López, con quien a partir de este momento trabajamos muchos años juntos en la UNS.

Pues bien, sucedió que como jóvenes con inquietud de progreso intelectual que éramos, pensamos en empezar el estudio sistemático de una metalurgia más moderna y avanzada de la que nos había sido transmitida en los cursos curriculares. Hay que recordar que en esa época todo el conocimiento tecnológico que hoy se puede ir desgranando a lo largo de veintidós volúmenes de los *"Metals Handbook"* de la *American Society for Metals* estaba contenido en un solo volumen (el de 1948). Buscando en la biblioteca de la Universidad, y tratando de que no se tratara de textos en inglés, cayó en nuestras manos el libro clásico de Cottrell, *"Metalurgia Física"* de reciente publicación (estoy hablando de 1963). Leíamos juntos y comentábamos. A la segunda o tercera página ya no entendíamos nada. La cosa venía muy compleja para nosotros. Un tanto desilusionados, buscamos algún otro libro, y encontramos *"Estructura de los metales"*, de Charles Barrett. Fue peor. Recuerdo que esa noche, tarde ya, nos fuimos cada uno a su casa con una amargura feroz. ¿Era posible que dos jóvenes profesionales, con una cierta

preparación, no fuésemos capaces de emprender por nuestros medios el estudio de la disciplina que se suponía iba a formar parte de toda nuestra actividad futura? Esa angustia nos duró unos días, hasta que, hurgando de nuevo en la biblioteca, descubrimos "*Metales y Aleaciones*" de Rafael Calvo Rodés. ¡Y empezamos a comprender! ¡Y pudimos llegar hasta el fin del libro y adquirir conocimientos nuevos!

Éramos conscientes, de todos modos, que allí no terminaba una formación metalúrgica moderna y sólida. ¿Qué hacer en la Argentina de principios de los sesentas? ¿Adónde o a quiénes acudir para lograr ese objetivo? Aquí aparece en mi vida el Departamento de Materiales del Centro Atómico Constituyentes (en adelante CAC), y la figura de Jorge Sabato.

### ■ 3. LA COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA

Sabíamos que en la CNEA se hacía metalurgia moderna. Por un compañero de estudios de la UNS que estudió luego Física en el Instituto Balseiro y trabajaba en Reactores en el Centro Atómico Constituyentes (CAC), establecimos contacto con Jorge Sabato. Nuestro jefe, el Ing. Mazini, fue a pedirle colaboración y la respuesta fue: "Mande a su gente a trabajar aquí, que trabajando van a aprender". A principios del año siguiente yo estaba en Constituyentes.

Había varios grupos desarrollando diferentes facetas de la metalurgia en el Departamento de Materiales. Cada grupo era dirigido por alguno de los primeros colaboradores con los que se rodeó Sabato para hacer tecnología al servicio del desarrollo de la energía nuclear en el país. Me destinaron al grupo de Deformación de Metales, a cargo del Ing. Carlos A. Martínez Vidal, que había hecho

estudios de deformación plástica de titanio, entre otros, bajo la supervisión de Siebel, una autoridad reconocida en el campo de la laminación de metales, en Alemania, unos años antes. Destaco que, tanto él como los demás jefes de grupo no llegaban a los cuarenta años.

Así fue cómo, con la aprensión propia de un provinciano en la gran urbe, pero además con la modestia del que se reconoce con gran necesidad de mamar conocimiento actualizado en la metalurgia moderna, me integré al grupo que Martínez Vidal había congregado a su alrededor. Éramos todos jóvenes, seis o siete, la mayor parte estudiantes de ingeniería, varios de la Universidad Nacional de La Plata. Recalco este hecho porque en esa Universidad había en aquel entonces un buen nivel en metalurgia, con un Laboratorio de Metalurgia Física a cargo del Ing. Gregorio Cusminsky, con cátedras de Trabajado Mecánico donde enseñaba el Ing. Roberto Villanueva, con docentes pioneros en el estudio de la estructura de los metales como el Ing. Simón Delpech, y otros. En la Facultad de Ingeniería de la UBA había cátedras y laboratorios dedicados a los tratamientos térmicos de los aceros, en la Universidad de Córdoba se encontraba el Ing. Eduardo Abril y físicos agrupados en el IMAF, pero fuera de estos pocos casos (seguramente me olvido de alguno), en las universidades argentinas en aquel entonces no había mucho estudio de metalurgia, y la mayor parte era tecnológico basado en la experiencia de profesionales que hacían metalurgia en las empresas donde trabajaban – y que yo no desprecio en absoluto. Pero era necesario pegar el salto. Y ese salto lo dieron principalmente Sabato y los suyos en el Departamento de Materiales.

Vuelvo a mi paso por Constituyentes. La integración al grupo fue

muy fácil y rápida. Había un ambiente muy cordial, todos éramos jóvenes y con ganas de aprender. Martínez Vidal fue un muy buen conductor, además de gran maestro. Logró que la deformación plástica de los metales se convirtiera en nuestra pasión. Y fue al mismo tiempo un gran amigo, en las buenas y en las malas.

No faltaron, como es lógico entre jóvenes, algunas travesuras. Todavía me veo tomando durezas con una máquina Vickers durante horas, mientras mis compañeros me miraban desde el piso superior. La consigna era que nadie podía ser buen metalurgista si no había tomado algunos miles de datos de durezas. ¿Cómo podía yo, simple provinciano, discutir tamaña verdad? Pagaba de este modo lo que se conoce como "derecho de piso".

Una tarea importante en el grupo eran los seminarios. Martínez Vidal nos había conseguido algunos libros actualizados sobre deformación plástica. Uno de ellos era "*Introduction to the Theory of Plasticity*", de O. Hoffman y G. Sachs. Nos reuníamos una vez por semana, uno era el encargado de desarrollar un capítulo del libro, se preguntaba y discutía todo y había algo muy interesante: Al final, se evaluaba la presentación, comentando en común los aciertos y desaciertos. Nadie se ofendía por las críticas, que se hacían con espíritu constructivo. Puedo asegurar que como experiencia docente me fue muy útil. No la pude repetir en muchos otros ámbitos.

Había también cursos generales. Recuerdo en particular dos: Uno sobre cristalografía y otro dedicado a las dislocaciones. Este último, sobre todo, fue una prueba ardua, por el examen final. Todavía recuerdo el difícil trabajo de prepararlo con mi gran amiga desde entonces, la Dra.

Fanny Dymont. En los seminarios generales se tocaban temas diversos. Me quedó grabado muy profundamente uno que nos brindó el tío de Jorge, Ernesto Sabato. Habló sobre el lenguaje periodístico en el fútbol. Pero como físico que era, empezó su disertación con una frase que todavía repito en mis clases: "Los metales, como los hombres, deben su comportamiento a sus defectos." La uso para entusiasmar a los alumnos en el estudio de un tema que, en frío, puede resultar un tanto árido.

El trabajo más importante y prolongado del grupo a lo largo de prácticamente todo el año que pasé en el CAC fue el estudio del proceso de laminación de placas de aluminio y de aluminio-uranio para los elementos combustibles de uno de los reactores experimentales que se estaban diseñando y fabricando en ese momento. Teníamos para eso dos laminadoras instaladas, una de laboratorio relativamente pequeña, conocida como "la STANAT", y otra más grande, "la KRUPP". La primera tenía dos cilindros de aproximadamente 100 mm de diámetro y del orden de 300 de largo (se dice "de tabla"). Había que medir la fuerza que ejerce el material cuando es laminado, que tiende a separar los cilindros y es por eso llamada "fuerza separatriz". Y para hacerlo debíamos diseñar y construir un dispositivo capaz de hacerlo. En esa tarea trabajamos meses y meses con el Ing. Juan Carlos Almagro, uno de los integrantes del grupo. Nació allí una profunda amistad, que aún perdura y se extendió a nuestras respectivas familias.

El dispositivo mencionado funciona a base de resistencias eléctricas que varían de acuerdo a la carga a la cual es sometido el soporte al que se encuentran adheridas. Su nombre técnico en castellano es el de extensómetros eléctricos de resis-

tencia, pero quienes trabajamos en esto nos referimos a ellos como *strain gages*. Martínez Vidal había traído la novedad desde Alemania. Ninguno aquí había experimentado antes con esos extensómetros.

De modo que un día "el Jefe" nos reunió a todos, se puso un guardapolvo blanco, limpió prolijamente la superficie donde iba a pegar esos extensómetros, que manejaba con pinzas y con mucho cuidado, y extendió sobre esa superficie la novedad que había traído de Alemania, mientras nosotros, enfrente de él, recogíamos el aliento para no turbar el ambiente de eso que casi era una ceremonia religiosa. La recuerdo todavía hoy, cincuenta años después. ¡Cómo han evolucionado las técnicas de medición de fuerzas y de deformaciones desde entonces!

La cuestión es que el dispositivo, llamado "celda de carga", fue diseñado, construido e instalado en la STANAT, y pudimos medir las fuerzas separatrices en laminación y con ello poner a punto esa parte del proceso de fabricación de los elementos combustibles. Tareas como ésa y las desarrolladas por otros grupos permitieron que se exportaran, desde un país tan periférico como el nuestro, ese tipo de productos nada menos que a Alemania.

En setiembre nació mi primera hija, María Natalia. Mi esposa se había mudado a Bahía Blanca, a la casa de sus padres, para ese evento. Dejamos por lo tanto la pieza que alquilábamos en el microcentro porteño y yo me mudé a una pensión en el barrio de Belgrano. Era una casona colonial, muy tranquila. En la oficina del CAC yo guardaba los libros que había ido adquiriendo y un buen día se me ocurrió que al haber tantos hornos en el laboratorio, corrían peligro en caso de incendio. De modo que los llevé a mi habita-

ción en la pensión de Belgrano. Una noche el hall de entrada se vio invadido por policías y vimos destellos de fotografías en la pieza al lado de la nuestra. Nadie nos decía qué estaba pasando. Supimos días después, por los diarios, que habían descubierto una célula terrorista que planeaba matar a De Gaulle, en visita oficial a la Argentina. Nuestros vecinos eran los integrantes de esa célula. Y en "tranquila" habitación al lado de la nuestra se habían secuestrado nueve bombas molotov. Si mis libros corrían peligro de incendio en el CAC, ¡podrían haber volado por los aires en la pensión de Belgrano!

Llegó fin de año. El arreglo con Sabato era que nos ayudaba a elevar el nivel del conocimiento metalúrgico en la UNS, que me había becado para ello durante todo el '64, y por lo tanto yo me volvía a mi Universidad. La despedida del CAC, entre otras cosas, consistió en sumergirme en el tanque de análisis por ultrasonido de Constituyentes – sin los zapatos, eso sí – y en regalarme una enorme vela de cera porque yo era el único "chupacirios" del grupo. ¡Imborrable, el recuerdo de ese año!

De regreso en la UNS, me tocó estar todo el siguiente año al frente del Laboratorio de Estudio y Ensayo de Materiales del mismo. En el laboratorio de ensayo de materiales hacía las cosas que me encomendaba su titular, Ing. Joaquín Titolo, profesional italiano llegado al país después de la Segunda Guerra, pero atendía además y fundamentalmente los trabajos que se realizaban para terceros, que obviamente eran de lo más variado. En la Bahía Blanca de aquel entonces, la mayor parte de los problemas que se traían al laboratorio eran de construcciones civiles, algo, no mucho, de análisis metalográficos y asesoramientos sobre reposición de piezas metálicas dañadas. Teníamos algunas máquinas

universales de ensayos mecánicos accionadas con bombas hidráulicas, una prensa de compresión para probetas de hormigón, un microscopio metalográfico con las facilidades anexas para pulir y atacar las probetas que se analizaban después en el microscopio. También había máquinas para ensayos de fatiga y de torsión. Todo ese equipamiento todavía se encuentra en dicho laboratorio. Esa responsabilidad fue una experiencia muy importante y enriquecedora en mi formación. Cuando hay que poner una firma al pie de un certificado, o discutir con quien tiene un problema real, sea de tiempo para poner un proceso en marcha, como de calidad de un producto, en fin cuando uno se enfrenta al mundo real que no siempre coincide con el de los libros, y hay que tomar decisiones, se crece profesionalmente, aunque eso académicamente sea difícil de evaluar.

Pasó así el año sesenta y cinco, regresé al Área de Tecnología Mecánica, junto con los colegas Mazini y Sáenz López. En base a lo asi-

milado de metalurgia actualizada, rediseñamos y ampliamos los cursos e hicimos otra experiencia que creo interesante destacar. Durante todo el año íbamos los tres a todas las clases. Uno las daba y los otros atendíamos, intercambiando ideas al finalizarlas. Seguimos el ejemplo de lo que hacíamos en el grupo de Martínez Vidal. Logramos de este modo uniformidad y coherencia, y nos volvimos "intercambiables", con lo cual si uno tenía algún problema, era fácilmente reemplazado por cualquiera de los otros dos.

En 1966 se amplió la familia con el nacimiento de mi segundo hijo, Juan Pablo. Ya éramos una familia tipo para la época.

En el Laboratorio queríamos empezar a investigar. El problema era: ¿Qué? ¿Cómo? Queríamos hacer algo nuevo, actual, acorde a lo que habíamos aprendido de la metalurgia moderna. Por otra parte, las disponibilidades eran pobres. Y nos embarcamos en tratar de obtener monocristales (o sea cristales grandes) de

algún metal de bajo punto de fusión. Estuvimos meses intentándolo, sin grandes éxitos, por no decir ninguno. Aunque lo hubiésemos logrado, ¿qué iríamos a hacer con esos monocristales? También incursionamos en materiales para cojinetes. Nuestros informes anuales, vistos a la distancia, reflejan esa desorientación que nos había invadido. Por suerte, aprovechando algunos préstamos a las universidades de esa época, empezamos a equiparnos un poco mejor. Así logramos incorporar un buen horno de tratamientos térmicos a escala laboratorio, con posibilidades de tener una atmósfera controlada, que garantizaba que las piezas no se oxidarían al estar expuestas a altas temperaturas. También conseguimos un horno de inducción pequeño, una prensa hidráulica de 120 toneladas de capacidad y un martinete autocompresor. Esas máquinas y algunos microscopios metalográficos nos encontraron sobre fines de los sesentas razonablemente bien equipados. Nos faltaba un espacio físico adecuado. Estábamos en un anexo al taller mecánico de la UNS, com-



**Foto 1:** Laboratorio de Metalurgia de la Universidad Nacional del Sur

partiendo espacio con los colegas de máquinas térmicas. Cuando hacíamos mucho humo al templar piezas de acero en aceite, nos corrían poniendo en marcha una turbina, que nos ensordecía.

Conseguido el apoyo de la Universidad, proyectamos y construimos el Laboratorio de Metalurgia de la UNS, en una esquina del terreno, un pastizal por aquel entonces que había ocupado el rancho de un cuidador del conjunto universitario que venía sin terminar de concluirse desde los años cincuenta. Creo que es un legado importante que le dejamos a nuestra Casa.

Al ver que necesitábamos un poco más de asesoramiento para definir con mayor precisión líneas de investigación a seguir, retomamos contacto con el CAC, específicamente con Martínez Vidal. Conseguimos traerlo a Bahía Blanca y durante algunos días, entre seminarios e intercambios de ideas, definimos nuestro campo. Éramos pocos, la metalurgia es una ciencia muy amplia, ni pensar en abarcar muchos temas. Nos dedicaríamos a la deformación plástica de los metales. Así se empezó a desarrollar una actividad que desde entonces ha sido prácticamente el eje central de nuestro quehacer: el conformado de chapas metálicas. Fruto de ese encuentro fue también nuestra participación en el curso de Trabajado Mecánico de los Metales, ideado y concretado por Martínez Vidal, curso en el cual también, con ése y con otros nombres, estuvimos comprometidos desde 1968 hasta hace un par de años.

#### ■ 4. LOS CURSOS PANAMERICANOS DE METALURGIA

Con el auspicio de la OEA, la CNEA a través de su Departamento de Materiales había logrado poner en marcha el PROGRAMA MULTI-

NACIONAL DE METALURGIA. Uno de los aspectos de ese programa era la formación de profesionales e investigadores en el campo de la metalurgia y, por extensión, al de los materiales.

Para 1968 se había organizado el cuarto de estos cursos. En el mismo, Martínez Vidal tenía a su cargo un módulo sobre comportamiento mecánico y trabajado de metales. Nos convocó a Alfredo y a mí a colaborar en el dictado de este módulo. El curso duraba casi un mes, eran muchas horas de clase y numerosos los temas que abarcaba, de modo que su preparación fue todo un desafío para nosotros. Estábamos en un hotel de Buenos Aires preparando alguno de esos temas cuando recibí la noticia del nacimiento de mi tercer hijo, Alejandro. Y fue el día en que por primera vez viajé en avión a Bahía Blanca, para verlo, todavía en la sala de la maternidad.

En ese módulo de comportamiento mecánico y trabajado de metales Martínez Vidal nos marcó un enfoque que, a partir de allí, estuvo presente en toda nuestra actividad docente y de investigación. La idea básica es que para comprender realmente ese comportamiento de los metales es necesario tener presente que el mismo es función de las sollicitaciones externas por un lado, y de su estructura microscópica por el otro. La suma de esas dos visiones es la clave para usar con eficacia y para deformar exitosamente cualquier material. Es lo que se conoce como la conjunción del análisis mediante la mecánica del continuo y la metalurgia física.

Ese curso del 68 fue memorable para nosotros, jóvenes docentes. Nos consolidó como tales, nos dio la oportunidad de hacer amistades que aún perduran, de ahí en más el CAC fue nuestra escala anual y se

fue convirtiéndose en mi segunda casa profesional. La primera fue y es la Universidad Nacional del Sur.

El dictado de estos cursos, a los que más adelante se agregó durante un par de años el colega y amigo Horacio Helman, un brillante ingeniero de la Universidad Nacional de Rosario, tuvo varios efectos colaterales muy importantes en mi vida académica y personal. Se acentuó mi contacto con distinguidos profesores de la Universidad Nacional de La Plata, relacionados con temas de metalurgia. Al ya mencionado Gregorio Cusminsky se sumaron Roberto Villanueva, profesor de trabajado mecánico, los Ingenieros Carreras, Ruland y otros. Esa Universidad era un foco importante de generación y trasmisión de conocimiento metalúrgico. También me permitió conocer y tratar al Ing. Abril, que se desempeñaba en la Universidad de Córdoba. O sea, me permitió vincularme con quienes en ese momento llevaban la voz cantante en el campo académico metalúrgico en el país.

Y aquí nuevamente Martínez Vidal tuvo una idea por demás interesante. Organizó reuniones que no nos animábamos a llamar congresos, a las que asistíamos los interesados en el comportamiento mecánico y trabajado de metales. En esas reuniones cada uno contaba lo que estaba haciendo, no forzosamente trabajos terminados. Pero sí avances y, sobre todo, dificultades que le impedían seguir progresando. Y en ese punto, requería la ayuda de los presentes, sea en ideas o en medios para llevar adelante alguna experiencia para la cual no contaba con los medios necesarios. Hubo varias de esas reuniones y la experiencia fue muy positiva. Hay que pensar que estábamos a fines de los años sesenta. Los encuentros crearon camaradería, nadie era más que nadie,

y nació de ese modo lo que cariñosa y risueñamente empezamos a denominar “la mafia metalúrgica” en la Argentina. Es una prueba más de que los comienzos de cualquier emprendimiento humano, cuando el grupo es reducido y los medios obligan a ser modestos, forman comunidades muy sólidas.

Mención aparte merecen los expertos extranjeros que nos visitaban en ocasión de los cursos panamericanos. Cuando venía algún investigador de renombre a dar un módulo, se trataba de que estuviese acompañado por alguien local para servirle de apoyo, acompañarlo y fundamentalmente aprovechar ese contacto para mejorar su conocimiento en el tema específico. Yo tuve esa experiencia con tres personalidades, que me enriquecieron tanto personal como académicamente.

El primero fue Erich Thomsen, que vino a dar un curso de Trabajo Mecánico en el segundo semestre de 1968. Thomsen fue el creador del método de viscoplasticidad para

estudiar procesos de conformado, método que combina el uso de ecuaciones con datos experimentales. Es autor de un libro clásico en el tema. Con él aprendimos a valorar sutilezas en el análisis de los problemas, el rigor en los planteos y el gusto por las “perlas” que tienen las formulaciones analíticas cuando uno aprende a ver un poco más allá de lo que parecieran expresar las frías ecuaciones. De procedencia alemana, era todo un duque en el trato, cortés pero afable al mismo tiempo. Para nosotros, jóvenes recién llegados a la mecánica del continuo, fue toda una revelación.

Un año después le tocó el turno a Geoffrey Rowe. Con él interactué mucho, porque al mismo tiempo que participaba de su curso – también sobre trabajado de metales – lo acompañaba de regreso a su hotel y en paseos por el centro porteño. Como buen inglés, se horrorizaba ante nuestra falta de respeto por los semáforos y las indicaciones viales en general. Rowe era un estudioso de los problemas de fricción y lubri-

cación en el trabajado de los metales, químico de origen, que se había visto obligado a profundizar en la mecánica del continuo para tener una visión global del tema. Además del placer de su compañía, con él aprendí a concentrar el interés en el sentido físico de las ecuaciones, sin perder tiempo en los pasos intermedios de sus deducciones, salvo para tener presentes las simplificaciones que se iban haciendo en el camino. Esta atención a las simplificaciones permitiría a la postre saber cuándo y en qué circunstancias se podía aplicar una solución analítica a un problema concreto. También Rowe es autor de un libro muy útil para los estudiosos del conformado de metales. La relación personal con él se prolongó hasta su fallecimiento y lo recuerdo con mucho afecto.

Un año después fue el turno de Nathaniel Polakowski, quien de nuevo impartió un curso sobre trabajado de metales, intercalado con los temas que desarrollábamos los locales, o sea Sáenz López y yo. En cuanto al curso, en lo personal me



**Foto 2:** Fotografía de los participantes en el Curso Panamericano de Metalurgia 1968 con Martínez Vidal, cuarto desde la izquierda, el Dr. A. Quarrell y las organizadoras de los Cursos, Dras. Tanis y Libanati.

servió para poner el énfasis en la utilidad de los enfoques. La pregunta permanente de Polakowski era ¿Para qué? Una de sus frases predilectas, que lo pinta de cuerpo entero, era: *“Toda fórmula más larga que una pulgada no sirve para nada”*. Dictaba sus clases por la mañana. Cuando al segundo día era evidente de que para muchos asistentes era difícil seguirlo por la superposición de dos dificultades, el tema y el idioma, me ofrecí a repetir por la tarde lo que él había desarrollado en la mañana, pero en castellano. Fue muy provechoso y me permitió establecer vínculos de amistad con profesionales de la industria siderúrgica que participaban del curso, con los que luego me reencontraría en el Instituto Argentino de Siderurgia. Al igual que con Rowe, acompañaba a Polakowski en su regreso al centro de la ciudad y solíamos cenar juntos. En algún momento me reconoció que las papas suflés argentinas eran las más ricas que jamás hubiera probado. Lo acompañé en su último fin de semana en Buenos Aires. Me sorprendí cuando en un negocio de artesanías compró, además de recuerdos para su esposa y su hijo, una piel disecada de serpiente. Me dio su explicación: Quería ver la cara de susto del guarda de aduana en los EE.UU. al abrir la valija para revisarla! Lamentablemente, falleció de un paro cardíaco en el avión que lo llevaba de regreso.

Como parte de los cursos, hacíamos visitas a plantas industriales, tanto de la ciudad de Buenos Aires como de San Nicolás y Villa Constitución, SOMISA y ACINDAR respectivamente. Eso me dio una visión muy interesante del sector y me sirvió para ubicarme desde joven frente a la problemática industrial (en el sector metálico) del país. Y como en los cursos panamericanos de aquel entonces la mitad aproximadamente de los cursantes provenían de otros

países latinoamericanos, la convivencia en esos viajes me permitió forjar amistades muy duraderas con colegas de prácticamente todos nuestros países. Las veladas nocturnas, de folclore y libaciones, ayudaban mucho en este sentido.

Destaco en este punto la tarea desarrollada por el Departamento de Materiales de la CNEA. Creo que muy pocas instituciones a nivel mundial han realizado una labor tan proficua como la que se logró con los Cursos Panamericanos para promover el desarrollo de una región a través de la capacitación de sus profesionales unida al fortalecimiento de un espíritu colectivo de hermandad americanista. Pienso que Jorge Sabato y sus colaboradores, que realizaron esta tarea ciclópea (que no fue fácil), se merecen un gran reconocimiento. Si hoy la metalurgia, en su faz académica y de investigación, florece en nuestra América, es en gran medida por este esfuerzo que ellos hicieron.

De este modo llegamos al año 1974 y al Décimo Curso Panamericano de Metalurgia. El acuerdo con la OEA era que se dictarían diez cursos en la Argentina y que luego se seguiría en otro país. Ese otro país fue Méjico. Y ése es un capítulo que veremos más adelante.

## ■ 5. EL CONFORMADO DE CHAPAS METÁLICAS

En realidad debería hablar de chapas de acero, que fueron el objeto de nuestra atención especial. Al poco tiempo de recibido, cayó en mis manos un manual de prensas mecánicas, con mención de posibles operaciones con esos equipos. Me interesó sobremanera el tratamiento del estampado de piezas con chapas metálicas. Ese interés quedó larvado en mi mente. No teníamos ni mucha información sobre el tema,

ni equipamiento adecuado para su desarrollo. Pero ahí estaba, agazapado, esperando la ocasión para salir a la luz y, sobre todo, a la acción.

Durante mi estancia en el CAC por el Curso Panamericano de Metalurgia, hurgando en la biblioteca, encontré la colección de revistas *Sheet Metal Industries*. Recorriendo sus páginas, me encontré con toda una serie de artículos dedicados a la faz de investigación y desarrollo del tema. ¡Era lo que necesitaba para arrancar con alguna base sólida a trabajar! Transcurría el año 1968. La fotocopia estaba en sus comienzos. Tuve la suerte de que la señora a cargo en aquel entonces de la biblioteca me fotocopiara toda una parva de artículos que me habían parecido interesantes. Era la Sra. Walsoe, a quien nunca agradeceré demasiado esa ayuda que fue el empujón inicial para ¡más de cuarenta años de trabajo posterior! ¡Tenía un tesoro en mis manos!

En nuestro laboratorio habíamos construido una pequeña matriz, que montamos en una prensa manual, de las que usan en los talleres mecánicos para extraer cojinetes, con la que hicimos nuestras primeras pruebas de embutido de chapas. Era algo muy primitivo, pero al bajar la palanca, la chapa entraba en la matriz, y ¡un plano se convertía en un recipiente! Es difícil explicar la emoción que un tecnólogo puede sentir ante un acontecimiento tan simple, pero yo la sentía.

Ahora, con la bibliografía conseguida (las revistas eran de no muchos años atrás), y la nueva prensa hidráulica puesta en marcha, todavía en el laboratorio anexo al taller, íbamos a empezar a embutir en serio.

Ya comenté que la prensa hidráulica había sido adquirida por la

UNS mediante un préstamo del BID a las universidades. Era una prensa industrial común, industria argentina, de 120 toneladas de capacidad. Para nuestros ensayos, diseñamos y construimos una matriz de embutido siguiendo las recomendaciones del ensayo denominado Swift. El primer trabajo que encaramos fue una comparación en la conformabilidad de chapas de acero comunes, de calidad de estampado, y de aceros inoxidables. Pretendíamos comprobar que el comportamiento del material dependía del estado de sollicitación al que estaba sometido. No era ningún invento nuestro, estaba en la literatura específica, pero debíamos comprobarlo para poder convencer a nuestros profesionales que producían y estampaban chapas, que ese enfoque era no sólo novedoso, sino además el único adecuado para comprender los complejos fenómenos de los estampados de chapas metálicas y que permitiría una selección de los materiales más aptos para una operación segura. Para aquel entonces los criterios de selección de chapas se basaban únicamente en la dureza del material o, en el mejor de los casos, en un ensayo, llamado Erichsen, no representativo de toda la posible gama de sollicitaciones mecánicas de un estampado complejo.

Con los resultados de este trabajo, nos presentamos a las IV Jornadas Metalúrgicas de la SAM de 1970 en la ciudad de Córdoba. La exposición del mismo, *"Relación entre anisotropía y embutibilidad de chapas metálicas"*, cuyos autores fuimos todos los integrantes de laboratorio, motivó el interés de profesionales de la empresa Propulsora Siderúrgica, ubicada en la ciudad de Ensenada, y esta circunstancia fue el comienzo de una larga trayectoria de vinculación de nuestro Laboratorio con la industria siderúrgica nacional. En el transcurso de estas jornadas estable-



**Foto 3:** Prensa mecánica manual en el Laboratorio de la UNS



**Foto 4:** Manejando la prensa hidráulica en un ensayo de embutido de chapas

cimos contacto también con un funcionario de ILAFA (Instituto Latinoamericano del Fierro y del Acero), el Ing. Fernando Vera Rojas, que derivó en una invitación a participar en el dictado de un Curso de Laminación en Lima, Perú. Este curso se desarrolló entre marzo y abril de 1971, La primera parte del mismo estuvo a cargo del grupo que integré con los amigos Alfredo Sáenz López, Horacio Helman y Carlos Lerch, estos dos últimos rosarinos, con quienes nos unió la común pertenencia al entorno de Martínez Vidal. Fue nuestra primera salida al exterior y una experiencia profesional y personal muy enriquecedora.

Mientras tanto, seguía con los cursos de Trabajado Mecánico en el Centro Atómico Constituyentes, y empezaban a aparecer algunos similares para la industria. El primero fue el "Curso de Metalurgia", que la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata organizó en la planta de Propulsora Siderúrgica S.A. en octubre de 1971. Desde entonces, fueron numerosas las veces que frecuenté dicha planta con el mismo propósito, a dictar cursos organizados por el Instituto Argentino de Siderurgia.

Para esta misma época, Martínez Vidal convocaba a los principales referentes de las plantas de laminación nacionales y organizaba reuniones técnicas y seminarios en los que me invitaba a desarrollar algunos temas de laminación. Esta circunstancia me permitió conocer y ser amigo de la flor y nata de los profesionales de la laminación en la Argentina de los años setenta.

Estas actividades y los trabajos que seguíamos desarrollando en nuestro laboratorio de la UNS sobre el comportamiento de las chapas metálicas durante su conformado, hizo que fuéramos invitados a parti-

cipar en el Seminario sobre "La Calidad de los Productos Laminados en América Latina", Santiago de Chile, 1973. Entre otros, allí estaba nuevamente el amigo Vera Rojas, que lo organizaba, y el Ing. Gregorio Cusminsky. Me detengo un momento en su figura, porque fue maestro de muchos de mis amigos del grupo de Martínez Vidal. Todos sentían un profundo respeto por este digno profesional, precursor en su Universidad del estudio de la metalurgia moderna, y, por sobre todas las cosas, una gran persona. Este Seminario en Chile fue otra experiencia muy marcada, no sólo en el aspecto técnico. El Dr. Allende era a la sazón presidente del país trasandino....

A esta salida al exterior le siguió otro curso, ese mismo año, en Bucaramanga, Colombia, en la Universidad Industrial de Santander. Fui allí invitado por un amigo y colega, el Dr. Jorge Bautista Vesga. Éste se había doctorado en nuestra Universidad gracias al convenio que habíamos concertado entre la CNEA y la UNS por el cual esta última aceptaba los cursos realizados en el marco de los Panamericanos de Metalurgia como válidos para expedir el título académico que la CNEA no estaba en condiciones de otorgar. Los trabajos experimentales se llevaban a cabo según posibilidades de ambas instituciones, en una o en la otra, o se complementaban. Se satisfacía de este modo el deseo de los colegas latinoamericanos que podían volver a sus países mostrando no sólo lo que habían aprendido, sino avalando ese conocimiento con un título académico. En algunos casos, el director de tesis era un profesor de nuestra universidad, como sucedió con el Ing. Mazini.

Hubo más cursos en el exterior durante esos años, de nuevo en Chile y en Bucaramanga. Y seguíamos trabajando con el estampado de

chapas, metiéndonos de a poco en un tema concurrente: la fricción y lubricación en procesos de conformado. Pero se trata de un tema que es necesario abordar desde varios enfoques: mecánico, físico y químico. Todos nosotros en el laboratorio éramos mecánicos. Sólo podíamos medir fuerzas y comparar resultados. Pasarían veinte años antes de poder integrar el equipo multidisciplinario capaz de abarcar el tema en su complejidad.

## ■ 6. LA GESTIÓN EN LA UNIVERSIDAD

Como ya detallé anteriormente, durante mis años de estudiante participé activamente en la política universitaria. Entre otras responsabilidades, me tocó presidir en algunos períodos la Liga de Estudiantes Humanistas del Sur e integrar en repetidas oportunidades el Consejo Universitario y la Asamblea Universitaria. En esta última, recuerdo en particular el primer período, en que se elaboró el estatuto de la UNS. Fueron sesiones larguísimas, que se arrastraron durante meses enteros, dos noches a la semana. Yo era muy "pichón" en aquel entonces. Pero el esfuerzo valió la pena. Ahí nació institucionalmente nuestra Casa.

Ya graduado, y en mi carácter de docente, seguí participando en la política universitaria. Cuando Onganía intervino las universidades, yo integraba la Liga de Egresados Humanistas. Publicamos un comunicado repudiando el hecho. Ya no había esa atmósfera que respiramos en los años estudiantiles. Mi actividad se encaminó hacia la Cooperadora de la Universidad, cuya comisión directiva estaba integrada por docentes, empleados no docentes y estudiantes. Estábamos al servicio de los estudiantes brindando alojamiento, comedor, becas y librería a costos reducidos.

En 1971, de regreso del curso de Lima, me fue ofrecida la Secretaría General Académica de la Universidad Nacional del Sur. Acepté pensando en la apertura que se estaba insinuando en aquel momento, que valía la pena aprovechar. Trabajé de este modo un poco más de una semana con el entonces Rector, Dr. Gustavo Malek. Fue un período tan breve porque el Dr. Malek asumió como Ministro de Educación y en la Universidad fue nombrado Rector el Dr. Roberto Etchepareborda. Yo continué como Secretario, ahora de Asuntos Académicos, hasta julio de 1972.

A fines de este año nació nuestro cuarto hijo, Daniel. Empezamos a ampliar la casa. Ya era una necesidad impostergable. Nos llevó varios años terminar esta ampliación.

En aquella época recrudecieron conflictos entre estudiantes y las fuerzas de represión. Yo presidía la Cooperadora. Había un barrio de una docena de casas de propiedad de esta institución donde albergábamos estudiantes. Ese barrio era motivo frecuente de requisas e inspecciones nocturnas. Más de una vez debimos ir a acompañar a nuestros residentes por este motivo. Hubo un incidente en especial que nos obligó a emitir un comunicado en defensa de un estudiante sospechoso de sedición. Lo destaco porque tuvo consecuencias más adelante, puesto que habíamos hecho callar la publicidad tergiversada de las autoridades del Quinto Cuerpo de Ejército de aquel entonces. Durante nuestra gestión en la Cooperadora, se construyeron tres monoblocks para residencia de estudiantes provenientes de pueblos y ciudades de la región.

Finalmente, en 1973 volvió la democracia y las aguas se aquietaron. Yo seguía en la Cooperadora. El nuevo Rector, Dr. Antonio Tridenti,

me ofreció el cargo de Secretario de Ciencia y Técnica de la UNS, y así, ¡de nuevo en la gestión universitaria! Lo más destacado de esta nueva etapa fue el proyecto en que se embarcó nuestra Universidad junto con las provincias de Buenos Aires y Río Negro para regar trescientas mil hectáreas en nuestra zona de influencia. El proyecto se completó y entregó al entonces Ministro de Educación, Dr. Jorge Taiana.

De nuevo épocas turbulentas, atentados y asesinatos de izquierda y de derecha. En Bahía Blanca las cosas también se pusieron difíciles, el Rector Tridenti debió renunciar y lo mismo hicimos sus colaboradores. Asumió la dirección de nuestra Casa como Rector – Interventor un personaje nefasto, viejo profesor de la misma, el Dr. Remus Tetu. Un estudiante de ingeniería fue asesinado por miembros de la guardia del Rector en un pasillo de la Universidad a plena luz del día, era ya imposible seguir trabajando en esas condiciones. Al poco tiempo de asumir, Tetu publicó una lista de docentes a los que echaba. Me tocó el turno en la segunda, en abril de 1975. Para aquel entonces yo había perdido totalmente las ganas de seguir en la Universidad. Me había llegado una invitación para integrarme al naciente Instituto Argentino de Siderurgia.

## ■ 7. EL INSTITUTO ARGENTINO DE SIDERURGIA

Ya un año antes, mi gran amigo Roberto Villanueva me había propuesto integrarme al Instituto Argentino de Siderurgia (IAS), e incluso fui a una entrevista con su fundador, el Cnel. Luciano Romanutti. Pero en aquel entonces yo no estaba totalmente decidido a dejar Bahía Blanca y la UNS. En el patio de mi casa había plantado unas vides, y me había prometido a mí mismo no dejarlas solas por períodos prolongados.

Por otra parte – eso lo supe después – mis entrevistadores pensaron que yo era demasiado joven (37 años) para ocupar el cargo de Director de Investigaciones Industriales, que pretendían cubrir.

Pero ya en el 75, con Tetu en la UNS, las cosas cambiaron. Volví a otra entrevista con Romanutti, quien me ofreció el puesto. Para aquel entonces, yo me había relacionado con muchos profesionales de la laminación, a través de los Cursos Panamericanos o del Comité de Chapas que formamos en esos años en el seno de la Sociedad Argentina de Metales (SAM). De modo que fui bien recibido en ese ámbito a pesar de no provenir del mundo empresario.

Dado lo avanzado de ese año 1975, era en mayo, y teniendo hijos en edad escolar, mi familia quedó en Bahía Blanca. Al año siguiente, todos nos instalamos en Buenos Aires.

Para mi familia el desarraigo no fue fácil. Teníamos nuestra casa, las amistades, en fin toda la vida organizada en nuestra querida ciudad. El barrio en que vivíamos, cerca de la Universidad, quedaba en aquel entonces casi en las afueras. Los chicos se la pasaban jugando en los numerosos baldíos existentes, libres como el aire. Los tuve que llevar a un departamento en el que se sentían enjaulados. Uno de ellos lloró la primera noche. Si no hubiera sido porque la decisión de mudarnos me había sido impuesta por las circunstancias, me habría sentido realmente mal.

El Instituto Argentino de Siderurgia marcó un hito en el campo tecnológico del país. Fue una idea brillante del Cnel. Romanutti, que supo llevar a la práctica con una tenacidad propia de un visionario. En aquel tiempo había muchas em-

presas siderúrgicas en el país: Gurmendi, Acindar, Santa Rosa, Tamet, Propulsora Siderúrgica, Dalmine-Siderca, por citar las más relevantes. Pertenecían al ámbito privado. Por otra parte, la Dirección General de Fabricaciones Militares gestionaba otras, como Altos Hornos Zapla, Sierra Grande, y participaba en la dirección de Sociedad Mixta Siderúrgica Argentina (SOMISA), por lejos la mayor. De modo que el rol de Fabricaciones Militares era muy gravitante en la siderurgia nacional. Pero no había conexión entre las empresas. Más aún, había una competencia en ciertos casos exacerbada. Por ejemplo, el Gerente de Planta de una empresa no tenía acceso a otra. Era la época de la famosa "libretita", donde el diseñador de los cilindros de laminación de una empresa guardaba celosamente sus secretos, que sólo traspasaba a su discípulo dilecto. En suma, todo era secreto de fabricación, adquirido mediante contrato de un especialista, en general europeo, o por largos años de experiencia, de "prueba y error". Con el agravante de que los errores en esta industria se pagaban – y aún se pagan – caros.

Romanutti era consciente de que para ese entonces los "secretos", o por lo menos muchos de ellos, ya figuraban en los libros y revistas especializadas. Era un estudioso de la siderurgia y había estado además a cargo de la dirección de Altos Hornos Zapla. Y veía preocupado que por el camino que seguíamos nos iríamos estancando cada vez más como país. Quería forzar además una política oficial de apoyo a la industria siderúrgica, apoyo vacilante pese a los esfuerzos históricos del General Savio. Propuso entonces la formación del Instituto, logró el consenso tanto oficial como privado, y lo puso en marcha.

El IAS tenía una columna central

en su estructura, que era la Dirección de Investigaciones Industriales. En esta Dirección, había Sectores que representaban las distintas áreas de las plantas siderúrgicas: Materias Primas y Reducción, Acería, Laminación. Al frente de cada Sector estaba un joven profesional, con experiencia en planta. La Dirección estaba a mi cargo. Una vez al mes, teníamos una reunión con todos los Jefes de Planta de Laminación y otra con los de Acería. En esas reuniones se trataban temas que interesaban a las diferentes plantas, sus problemas, las posibles vías de solución. Estas reuniones ayudaron a romper las barreras entre profesionales de las distintas empresas y posibilitaron acciones coordinadas en interés de todos. Puesto que el IAS recién nacía, carecía de laboratorios propios. Por este motivo, su política era buscar un acercamiento con las universidades y centros de investigación ya existentes con los cuales se contrataba la búsqueda de soluciones a los problemas detectados por los Jefes de Planta en sus reuniones. Dado que yo provenía del sector académico, era el responsable de formalizar ese acercamiento.

Otra, entre muchas de las ideas de Romanutti, era la capacitación de los profesionales de la industria siderúrgica. Para cumplir esta misión, organizamos lo que se llamaron "Cursos" y "Cursillos". Los primeros eran al principio dos, el Curso de Laminación y el de Acería. Ambos tenían una duración de aproximadamente un año, y se desarrollaban durante una semana por mes. En el de Laminación, junto con Sáenz López teníamos a nuestro cargo la parte básica de teoría basada en la Mecánica del Continuo. Los Cursillos, por otra parte, eran más breves, versaban sobre temas más acotados, pero suponían tener la formación brindada por los Cursos. He tenido varios de estos cursos a mi cargo

durante muchos años, incluso después de mi desvinculación del IAS. Esta actividad me permitió conocer a casi todos los laminadores del país desde aquella época hasta el presente.

## ■ 8. CURSOS PANAMERICANOS DE METALURGIA EN MÉJICO

En 1974 se dictó el Décimo Curso Panamericano de Metalurgia en el CAC. El Programa Multinacional de Metalurgia de la OEA contemplaba que los cursos posteriores debían ser dictados en otro país latinoamericano. Tomaron la posta los colegas mejicanos de la Universidad Nacional Autónoma de Méjico (UNAM). Algunos docentes de los cursos del CAC, como el Dr. José Ovejero y yo, seguimos con nuestros respectivos módulos en esta nueva etapa.

Así, en 1974 se dictó el curso de Buenos Aires y se empezó, a título de adquirir experiencia por parte de los colegas de Méjico, a dictar el de la UNAM, que se desarrollaba en la Facultad de Química de esa Casa de Estudios. Para ello, el Dr. Alejandro Espriú había formado un grupo de jóvenes docentes de la casa que lo secundaron en esta no fácil tarea.

El módulo a mi cargo seguía siendo "Trabajado mecánico", y duraba aproximadamente dos semanas. De modo que, entre 1974 y 1981, durante quince días al año me trasladaba a Méjico con ese fin.

Fue una experiencia maravillosa. Me permitió hacer grandes amigos, conocer ese bello país, valorar su cultura y sus pasiones. Viajaba más de diez mil kilómetros ¡y me encontraba con gente con la cual hablaba el mismo idioma, cantábamos las mismas canciones y sentíamos que había sentimientos muy profundos que nos unían! A veces no nos damos cuenta del valor de estas pe-

queñas grandes cosas. Tuve el privilegio de vivirlas y valorarlas.

A veces, al curso de la UNAM se agregaba algún otro (recuerdo haber dado uno en San Luis Potosí y otro en Morelia, por ejemplo). Entonces la estancia en Méjico se estiraba a los veinte días o más.

Como en Buenos Aires, a los cursos de Méjico asistían profesionales de otros países y de este modo el grupo de jóvenes hermanados por la pasión por la metalurgia y la pertenencia a países de una misma región se fue ampliando. No creo que haya muchos ejemplos como éste, en el mundo, en que se haya formado un grupo tan numeroso, extendido a todas las naciones de una región, de profesionales que reconozcan una matriz común de capacitación y que se sientan unidos por lazos afectivos. Casi no hay país de América Latina en que no encuentre algún ex alumno que me haga sentir como en casa cuando llego. Se lo debo a estos cursos, al Programa Multinacional de Metalurgia de la OEA y a sus ejecutores, entre ellos a mi querido amigo y maestro Carlos Antonio Martínez Vidal.

Además de los jóvenes de la UNAM, en Méjico me reencontré con Miguel Verduzco, un experto en laminación que había estudiado con Polakowski y con quien habíamos coincidido en el curso de laminación de Lima. Él me introdujo en círculos de profesionales de la siderurgia mejicana que estaban en aquel entonces tratando de formar algún instituto similar al IAS. Creo que las experiencias de la Argentina que les pude transmitir les fueron de utilidad para la conformación de su naciente Instituto de Investigaciones Siderúrgicas (IMIS) con sede en la ciudad de Saltillo.

Los fines de semana organizába-

mos excursiones breves a los alrededores del Distrito Federal de Méjico con el amigo Villanueva, que residía allí asesorando empresas laminadoras de acero. Eso me permitió conocer centros arqueológicos aztecas y mayas de incalculable valor y belleza.

## ■ 9. DE VUELTA LA REPRESIÓN

En Bahía Blanca yo había estado muy expuesto por mis actividades en la política universitaria. Tetu y sus secuaces habían instalado un régimen de terror entre los universitarios, apoyados en los esbirros de la Triple A. En Buenos Aires yo me sentía más a salvo. Recuerdo que me ofrecieron el dictado de un curso de deformación plástica de metales en la Escuela de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la UBA. Dirigía esos cursos el Ing. Zanetta López, un histórico tecnólogo de la metalurgia en nuestro país, dotado por otra parte de un sentido del humor envidiable. Conversar con él era un deleite continuo. Pues bien, según las reglamentaciones vigentes – ya estábamos en el gobierno de la dictadura – para tener cualquier vinculación con entes estatales había que completar un formulario conocido como “el 31”, con los datos personales. En el IAS yo había aclarado cuál era mi situación en la Universidad Nacional del Sur antes de incorporarme. No quería sorprender ni engañar a nadie. Romanutti sabía muy bien a quién integraba en su grupo de colaboradores. Pero no tenía yo ningún interés en que algún funcionario celoso en la UBA me impidiera dar el curso por mis antecedentes. Empecé por lo tanto las clases sin cumplir con ese requisito, que me era reclamado con insistencia. Lo demoré hasta el final, aunque me amenazaban con que no me podrían pagar los honorarios. Pero era mi revancha: Me habían echado de una Universidad del interior. Pues bien, ¡yo

iba a dar mi curso en la Universidad mayor! Son esas inconciencias propias de la juventud.

De todos modos, en noviembre del '76, el jefe del Quinto Cuerpo de Ejército con asiento en Bahía Blanca “descubrió” una “célula subversiva” en la UNS, integrada por docentes de diferentes disciplinas. Ese descubrimiento salió en todos los periódicos de ese día. Yo figuraba en la lista de sospechosos. Fue un balde agua fría, con el obvio temor de toda la familia. Tuvimos que ir a Bahía Blanca, yo a esconderme mientras mi esposa buscaba apoyos en esa situación tan delicada. Romanutti estaba enfermo, pero el entonces presidente del IAS, Ing. Luis Montemurri, tuvo una actitud encomiable de solidaridad.

Un ex Rector de la UNS, el Dr. Juan Félix Martella, se constituyó en mi abogado defensor y pudimos convencer a los jueces de turno de que yo de subversivo no tenía nada. Nunca le agradeceré lo suficiente a este probo y valiente universitario.

Este hecho y algunas diferencias en el IAS hicieron que a mediados del año siguiente, 1977, renunciara a mi cargo en el Instituto, con el cual mantuve de todos modos una vinculación constante a través de cursos y trabajos de desarrollo en el conformado de chapas de acero, vinculación que sigue hasta la actualidad.

A fines del '76 y durante el año 1977 preparamos en el IAS la presentación de un proyecto de investigación y desarrollo en el campo siderúrgico nacional al PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). Se trató de un proyecto muy ambicioso, en el cual tratábamos de conjugar en forma armoniosa la preparación de investigadores y profesionales de planta mediante becas en el exterior y cursos locales

con especialistas de nivel mundial, con el armado de una infraestructura de laboratorios y equipamiento en el sector académico. Me tocó ser el responsable de esta preparación, en la que contábamos con el apoyo de personal del PNUD en el país. El presupuesto era de varios millones de dólares. Fue el último trabajo que realicé para el IAS como integrante del mismo, y tuvo una consecuencia importante como se verá luego.

## ■ 10. INVAP S.E. Y LA FÁBRICA DE ALEACIONES ESPECIALES

Como Director de Investigaciones Industriales del IAS visité en su momento el Centro Atómico Bariloche (CAB) para entrevistar a los integrantes del grupo Investigación Aplicada, que trabajaban entre otras cosas en el estudio de ferritas. Ya antes, en el CAC, nos habíamos conocido con Conrado Varotto, y en esa visita también conversamos con Luis Otheguy. Investigación Aplicada se constituyó más tarde fuera del CAB y dio origen a lo que hoy todo el mundo en la Argentina conoce como INVAP S.E.. Los dos mencionados han sido sus directores, Varotto primero y Otheguy más adelante y hasta el presente.

INVAP tenía oficinas en Buenos Aires, además de las de Bariloche. A cargo de estas oficinas estaba un amigo de la CNEA, el Ing. Jorge Kittl, uno de los jóvenes elegidos en su momento por Jorge Sabato para formar el Departamento de Materiales del CAB. Kittl era un brillante ingeniero químico, que Sabato había enviado a Alemania para completar su formación, al mismo tiempo que a Martínez Vidal y otros como ellos. Pues bien, Kittl tenía la responsabilidad de poner en marcha una fábrica para producir las vainas (tubos) de zircaloy (una aleación de zirconio), en las cuales va el óxido de uranio y que, en forma de paquetes, cons-

tituyen los elementos combustibles de las usinas nucleares. En aquel entonces, año 1977, teníamos dos centrales nucleares en funcionamiento, Atucha I y Embalse. La primera era de fabricación alemana y la segunda, canadiense. Los elementos combustibles se compraban en el exterior.

La CNEA se planteó desde el primer momento lograr el autoabastecimiento de esos productos, caros y críticos. Sabato decía que no basta con tener usinas nucleares para que un país se considere nuclear. Cualquiera con suficiente dinero podía tenerlas. Para considerarse país nuclear, había que poder manejar y mantener las usinas, fabricar sus insumos y sus componentes. Con este objetivo, se montaron en el seno de la CNEA plantas piloto que pusieron a punto los procesos de producción de diferentes componentes de las usinas a escala reducida – piloto – para trasladar luego ese conocimiento a la fabricación a escala industrial. Que es lo que sucede hoy en el Centro Atómico Ezeiza gracias al esfuerzo de todos esos años. Aquí me limitaré a relatar el camino que nos llevó a poder fabricar los tubos de zircaloy, que fue mi experiencia directa.

Desde julio del '77 yo estaba sin trabajo fijo. Ya próximo el fin de año y tocando peligrosamente fondo los recursos familiares, me llamó Kittl para invitarme a integrar el cuerpo profesional de INVAP. Yo no lo sabía entonces, porque empecé con trabajos en otras áreas, pero él pensaba encargarme la producción de esos tubos. Yo había dado muchos cursos de laminación, manejaba razonablemente bien la teoría, pero no había laminado nunca más que en el laboratorio del CAC. En el transcurso del tiempo en que Kittl fue mi jefe directo, aprendí muchas cosas de él. Ésta fue la primera: Tener fe en

el conocimiento, en los conceptos, en las grandes enseñanzas que nos puede dar el análisis basado en los fundamentos de una disciplina, en este caso, la deformación plástica de los metales.

Un tiempo después de mi incorporación a INVAP, Kittl dejó la oficina de Buenos Aires para dedicarse de lleno al montaje de la Fábrica de Aleaciones Especiales (FAE) en el Centro Atómico Ezeiza. Quedé entonces al frente de las oficinas del centro, como delegado del Gerente General, el Dr. Varotto, que gestionaba la empresa desde San Carlos de Bariloche. Pero ya me habían definido la tarea que me tendría ocupado durante los próximos siete años, hasta 1986: la puesta en marcha de la fabricación de los tubos de zircaloy.

Como señalé más arriba, estos tubos contienen las pastillas de óxido de uranio que intervienen en la reacción nuclear, liberando calor para el ciclo térmico de las usinas de este tipo. Deben cumplir con normas muy estrictas, por cuanto están en un ambiente en el cual reina una temperatura de aproximadamente 400°C y el agua pesada (un tipo especial de agua necesario para las llamadas usinas de uranio natural) circula a su alrededor en un régimen turbillonario. Deben dejar pasar a los neutrones que multiplican la reacción nuclear sin frenarlos, resistir a la corrosión del medio y a los daños propios de cualquier material sometido a irradiación, ser suficientemente resistentes pese a su muy pequeño espesor – menor que medio milímetro – y tener tolerancias dimensionales muy estrechas. Además, en su fabricación se debe conseguir una microestructura con una textura, o sea orientación cristalina de los granos, específica, para impedir su degradación por precipitación de fases nocivas.

Los procesos de fabricación de piezas metálicas normalmente empiezan a llevarse a cabo a temperaturas elevadas en las que los metales son más dúctiles y blandos, para seguir a temperatura ambiente en los pasos finales. En estas últimas etapas, los metales endurecen y se fragilizan con la deformación, por lo cual es necesario someterlos a tratamientos térmicos de recocido, para volver a ablandarlos y conferirles la ductilidad necesaria para seguir con la deformación hasta llegar a las dimensiones finales. Pues bien, el zircaloy es una aleación de zirconio y este elemento, en contacto con el aire a temperaturas elevadas se oxida muy rápidamente. Baste recordar que el polvo de zirconio era uno de los componentes de las lamparitas de flash que se usaban en las viejas máquinas fotográficas. Por este motivo, estos tubos no se pueden elaborar a temperaturas elevadas. Hay que hacer las operaciones en frío. Pero en frío el material endurece y hay que recocerlo. En este caso, el recocido se debe hacer en vacío o en una atmósfera inerte. A todo esto, se le suma el hecho de que en los procesos de conformado se produce contacto entre la herramienta y el material que puede dañar la superficie de este último. Esto se evita interponiendo un lubricante. Los metales inoxidables son los más difíciles de lubricar, y el zircaloy es una aleación inoxidable. Como se ve, las dificultades para fabricar estos tubos son muchas, y por ello muy pocos países en el mundo han desarrollado la tecnología necesaria para hacerlo.

Ése era el desafío. Ya expliqué que la CNEA había formado plantas piloto para el desarrollo de diferentes aspectos de la fabricación de elementos combustibles. Una de ellas era la Planta Piloto Fabricación de Aleaciones Especiales (PPFAE), a cargo del Ing. Juan Carlos Almagro, compañero del grupo de Martínez

Vidal, a quien he admirado siempre por su capacidad como tecnólogo y gestor de emprendimientos en el campo nuclear, pero con el cual, y sobre todo, me une una profunda amistad desde aquellos años juveniles. En PPFAE se diseñó y construyó un horno piloto al vacío para el tratamiento de tubos de zircaloy, tarea que estuvo a cargo del Dr. Amado Cabo, excelente físico con mucha capacidad técnica, que sirvió de antecedente para la construcción del horno industrial que más tarde se instaló en FAE. En la Planta Piloto se empezó también a adquirir experiencia en la laminación de los tubos, en la última etapa de este proceso de conformado, con una máquina de confección rusa, conocida como HPTR 8-15, que había conseguido Jorge Sabato. Estas primeras pruebas estuvieron a cargo de otro querido amigo de los tiempos del CAC, el Ing. Osvaldo Lanzós, capaz de hacer "milagros" en tecnología. Con lo cual, Juan Carlos y Osvaldo en la Planta Piloto, y yo en la Fábrica, nos habíamos vuelto a reunir el viejo "equipo de Plasticidad S.A.", ahora a poner en práctica todo lo que el maestro Carlos nos había enseñado!

A mí me tocó diseñar los pasos de laminación y poner en marcha todo el proceso de elaboración de los tubos en la fábrica FAE. Jamás en mi vida había laminado a escala industrial, y menos tubos. De manera que empecé a estudiar. Contaba para ello con la traducción de un libro ruso que Almagro había conseguido en un viaje a ese país, traducido por un arquitecto de la CNEA que hablaba ese idioma. Y también con algunos datos de la experiencia de un colega de la fábrica que había trabajado en una empresa dedicada a ese rubro. Confieso que no me fue fácil, por decir lo menos,

Los tubos, tanto los de acero

como los que debíamos fabricar nosotros, se elaboran, entre otros métodos, mediante el llamado laminado "paso de peregrino". Este laminado se lleva a cabo en una máquina que en esencia tiene dos cilindros acanalados de garganta con sección variable, con una carrera de avance y retroceso. En la posición de comienzo de la carrera, la garganta tiene una sección mayor a la del tubo y entonces éste es empujado a su interior. El cilindro avanza y reduce la sección del tubo hasta que en el extremo delantero de la carrera, donde la garganta de nuevo es mayor, el tubo es liberado, gira un poco y el cilindro retrocede para corregir la parte no laminada y el ciclo, llamado "golpe", comienza de nuevo. Las máquinas funcionan a aproximadamente 80 golpes por minuto. La tecnología reside en el diseño de esa garganta para cumplir con los requisitos explicados anteriormente. En el interior del tubo que se lamina va un mandril, que asegura el diámetro interno que se quiere conseguir en el paso. Hay que lubricar todo muy bien para que los cilindros no dañen la superficie del tubo y evitar que el material se pegue al mandril. Cuando esto último ocurre, no sólo se daña el material, sino que los ruidos que salen de la máquina son escalofriantes.

En el mundo había dos grandes empresas fabricantes de laminadores paso de peregrino aptos para laminar en frío: una en Alemania y otra en Rusia. Nuestras máquinas eran de esta última procedencia, conocidas por las siglas HPT seguidas por un número que daba el rango de tamaños de tubos que se podían laminar, para los primeros pasos y HPTR en los finales. Me tocó lidiar con la HPT 32, con la que hacíamos los tres primeros pasos.

No voy a reseñar los desvelos vividos hasta que logramos laminar

con éxito un paso tras otro. Fueron un par de años de tenaz labor, no sólo mía sino de todo el equipo que logramos formar. Por una parte, contaba con un par de capataces en la fábrica, que conseguimos gracias a que empresarios con poca visión cerraron las secciones en las que trabajaban y se desprendieron de personal valiosísimo. En la HPT 32 tenía a un par de chicos jóvenes con enseñanza secundaria incompleta que manejaban la máquina como si fuera un violín. Debo confesar a esta altura que yo nunca me animé a tocar los controles de ese equipo. Y por sobre todas las cosas, contaba con el apoyo ilimitado de Kittl, que supo esperar y confiar pese a los fracasos iniciales. En una visita que hicimos con él a una fábrica europea especializada en la fabricación de tubos de acero, cuando comentamos que habíamos logrado laminar los nuestros de zircaloy se declararon maravillados. Nos confesaron que lo habían intentado durante dos años sin conseguirlo y debieron abandonar sus intentos.

Otro problema no menor era el horno de recocido. INVAP lo había construido en base a los datos y la experiencia obtenida con el de escala piloto ya mencionado. Pero el paso a escala mayor no fue fácil. Allí aprendí a manejar elementos que se

debían desplazar en vacío, cuando las condiciones para que suelde una pieza metálica sobre otra con un poco de presión son óptimas. Mover en ese horno una bandeja cargada con tubos, que además era calentada por radiación y por lo tanto de manera no uniforme, que la deformaban, fue una tarea que demandó mucho ingenio y esfuerzos hasta que logramos llevarla a cabo. Si por otra parte dejaban de funcionar las bombas de vacío aunque fuera por un instante y entraba aire al interior del horno, los tubos se oxidaban y ya era imposible recuperarlos. ¡Si habré pasado noches velando el recocido de una carga! Allí también tenía un equipo de colaboradores muy eficientes y responsables.

Poco a poco fuimos solucionando todos los problemas indicados, y a mediados de los ochenta ya fabricábamos tubos que fueron probados en las centrales nucleares y considerados aptos. Había llegado felizmente la democracia y Kittl fue llamado a otras responsabilidades en la CNEA. Pasé entonces a estar directamente a cargo de la fábrica, y a ser personal de la CNEA. Habíamos superado la etapa de puesta a punto del proceso de elaboración de los tubos y se entraba en otra nueva, la de producción a ritmo industrial. Para esta nueva etapa, la

CNEA privatizó el funcionamiento de FAE. Elaboré los procedimientos de fabricación para la empresa que se hizo cargo de la fábrica y volví a Bahía Blanca, a la Universidad y a mis parras.

La tarea de dirección de la fábrica no fue fácil, pero me dejó muchas enseñanzas. Como detallé más arriba, poner en marcha los equipos y los procesos fue difícil. Pero no menos difícil es manejar las relaciones personales. Por mi formación y actividad en el ámbito universitarios, donde la autoridad se ejerce por conocimiento y ascendiente personal, no estoy acostumbrado a otro tipo de mando. No soporto autoridades impuestas y por esta razón no puedo imponer yo una. Traté entonces de que todos en la fábrica nos sintiéramos coautores en una tarea común, en un clima de respeto y cordialidad. Creo haberlo logrado y me enorgullece tanto la formación de "la familia de FAE" como el éxito tecnológico con los tubos.

#### ■ 11. DE VUELTA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

Los docentes que habíamos sido cesanteados en los años setenta mediante la aplicación de la llamada Ley de Prescindibilidad (¡oh ironía!) tuvimos la oportunidad de ser rein-



**Foto 5:** Garganta de un paso intermedio de laminación y tubos finales de zircaloy

tegrados. Me acogí a esa oportunidad y volví a mi laboratorio, donde reencontré a mis viejos compañeros. Allí retomé las actividades de docencia e investigación, de nuevo con la chapa, y con los trabajos que la UNS hacía para la industria local. Bahía Blanca ya se había convertido en un polo industrial pujante, con una usina térmica relevante. Todo eso hacía necesario asesoramiento en selección y tratamiento de materiales aptos para funcionar a alta temperatura en atmósferas agresivas. Me dediqué a estudiar, por lo tanto, con mis colegas, este nuevo campo de la metalurgia.

Pretendía disfrutar de un poco de la paz de laboratorio y de la casa, pero la política universitaria me atrapó de nuevo. Durante mi ausencia, y ya en el período democrático, habían surgido asociaciones de docentes, alumnos y egresados, para gestionar las Casas de Altos Estudios. En la UNS, entre los docentes se había formado un grupo llamado Integración, que tenía postulados afines a mi manera de pensar. Lo constituían colegas que habían militado cuando jóvenes tanto en la Liga Humanista como en la Federación Universitaria. ¡Por fin, reformistas y humanistas juntos! No resistí la tentación y me uní al grupo. La consecuencia de esto fue que nuevamente entré a participar en el Consejo Universitario y en la Asamblea de la Universidad. En 1988, el entonces Rector por nuestra lista Integración, me ofreció el cargo de Secretario de Ciencia y Tecnología, que ejercí hasta marzo de 1990.

Estando en ese cargo, un día recibí un llamado telefónico que daría un vuelco impensado a los próximos dos años de mi vida: Lucio, ¿no te irías a Nigeria?

## ■ 12. NIGERIA, JOS, EL NATIONAL METALLURGICAL DEVELOPMENT CENTRE

El llamado provenía del Director del IAS. Ya mencioné que mi último trabajo en el Instituto fue la preparación de un proyecto para conseguir apoyo del PNUD a un plan de desarrollo de la investigación siderúrgica en el país. Ese proyecto fue aprobado y estuvo vigente durante todos esos años. Estos proyectos se manejan desde la sede central de ONUDI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial) en Viena. Allí hay un funcionario de la organización que supervisa el proyecto, que se conoce como "*Backstopping Officer*". Para el proyecto del IAS ese funcionario era el Sr. Alan Buckle. Pues bien, Buckle tenía a su cargo también un proyecto de características similares en Nigeria. Se trataba de poner en funcionamiento activo un centro de apoyo a la naciente industria siderúrgica del país africano, el *National Metallurgical Development Centre* (NMDC), con sede en la ciudad de Jos.

El NMDC había empezado sus actividades a principios de los años ochenta, como un proyecto conjunto entre el gobierno nigeriano y ONUDI. Normalmente estos emprendimientos tienen un director local y un funcionario de apoyo nombrado por ONUDI que trabaja con ese director, conocido como "*Chief Technical Adviser*" (CTA). Todo supervisado desde Viena por el "*Backstopping Officer*". El CTA de ese proyecto era un profesional oriundo de la India. Se trataba de un proyecto ambicioso. En Nigeria se estaban instalando plantas siderúrgicas y se había descubierto algún yacimiento de mineral de hierro que prometía. Con abundante petróleo, Nigeria era un país rico y el NMDC se empezó a levantar en forma acelerada. Pero a mediados de los ochenta la situa-

ción del país cambió, se terminó la bonanza, el proyecto se estancó y el CTA indio se marchó. Hacia fines de esa década, el gobierno de Nigeria reavivó su interés en el proyecto y pidió a ONUDI apoyo para proseguir las actividades. Expertos de la organización empezaron a visitar el NMDC para analizar la situación y ver qué se podía hacer. Eran misiones esporádicas, y no terminaban de concluir nada.

Buckle asumió la responsabilidad del proyecto. Se trata de un ingeniero inglés, con varios años de residencia en Bogotá, Colombia. Allí dirigió una fundición de hierro y fue profesor de metalurgia en la Universidad. Conocía por lo tanto muy bien nuestra idiosincrasia latinoamericana. Y en su opinión, sólo un latinoamericano podría desenvolverse con éxito en un centro como el de Jos, porque las costumbres y las fluctuantes situaciones políticas y sociales de los países africanos no son aptas para un ciudadano de un país excesivamente ordenado. Decía que nosotros tenemos más capacidad para improvisar. Buscaba entonces, para reactivar el NMDC, un candidato latinoamericano. Y puesto que también estaba a cargo del proyecto del IAS, buscó allí. Mis amigos del Instituto no tuvieron mejor idea que sugerir mi nombre.

El ofrecimiento me tomó obviamente por sorpresa. Tuve por suerte, como siempre, el respaldo de mi familia. Y en marzo de 1990 partí para Nigeria, previo paso por Viena para recibir las necesarias instrucciones. Iba por tres meses, a ver si se podía elaborar un proyecto de desarrollo para el NMDC.

El arribo a Lagos fue muy traumático porque por un error de comunicación de Viena, en Nigeria no me esperaba nadie. Yo llevaba más de treinta kilos de libros y material de

consulta, de modo que me resultaba muy pesado moverme. Todo en el aeropuerto era diferente a lo que uno está acostumbrado. Para no llevar el asunto a la larga, pero dar una idea de esa llegada, con un calor agobiante y una humedad insoportable, me encontraba a altas horas de la noche transitando por calles oscuras de un país desconocido en un auto que no era taxi, con dos lugareños que prometían llevarme a la sede de ONUDI en Lagos. Gracias a Dios lo hicieron.

Después de un par de días en Lagos recibiendo instrucciones, ahora de las autoridades locales del organismo internacional, llegué a la sede del NMDC en Jos. Se trata de una ciudad de alrededor de 300.000 habitantes, situada en una región de colinas del centro de Nigeria, a aproximadamente mil metros de al-

tura. Esta circunstancia hace que su clima sea benigno. Hay seis meses en que no cae una gota de agua y otros seis en que llueve todos los días. Yo me alojaba en un hermoso hotel, el *Hill Station*.

La recepción en el NMDC fue cordial. De entrada, aclaré que no pensaba hacer lo que había sucedido con las otras misiones de expertos, o sea limitarme a ver la situación, elaborar un informe y marcharme. El director local del Centro era William Aderonpe. Me encontré con profesionales nigerianos muy bien preparados, otros no tanto. Se notaban los años de suspensión de las actividades luego del empujón inicial. En el Centro había laboratorios para el tratamiento de minerales, de carbones para la siderurgia, microscopía y máquinas de ensayo, un laboratorio de fundición. Era ne-

cesario potenciar todo.

Empezamos a trabajar en el proyecto de desarrollo. El gobierno nigeriano aspiraba a un proyecto de gran envergadura. Llegamos a manejar cifras millonarias en dólares. Destaco la profesionalidad de mi superior, Alan Buckle, que más de una vez se llegó hasta Jos y con quien tuvimos jornadas muy prolongadas de trabajo. Me hizo ver que nuestra común experiencia en todas las áreas de la siderurgia (la mía debida al paso por el IAS) era en esa instancia muy importante. A los tres meses teníamos el proyecto armado y consensuado entre el gobierno de Nigeria y ONUDI.

Mi misión había terminado. Pero entonces me dijeron: Ya que fuiste parte de la elaboración del proyecto de desarrollo para el NMDC,

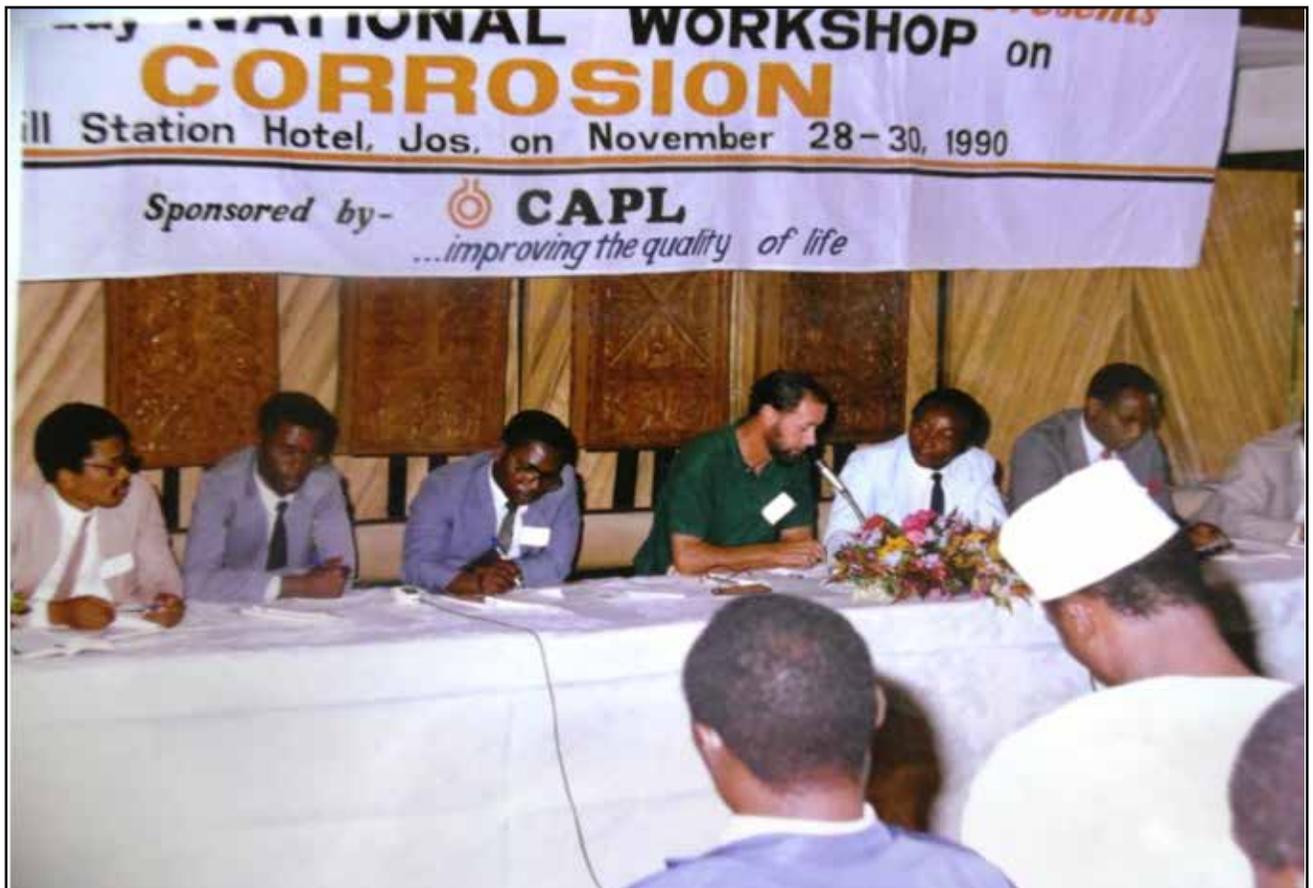
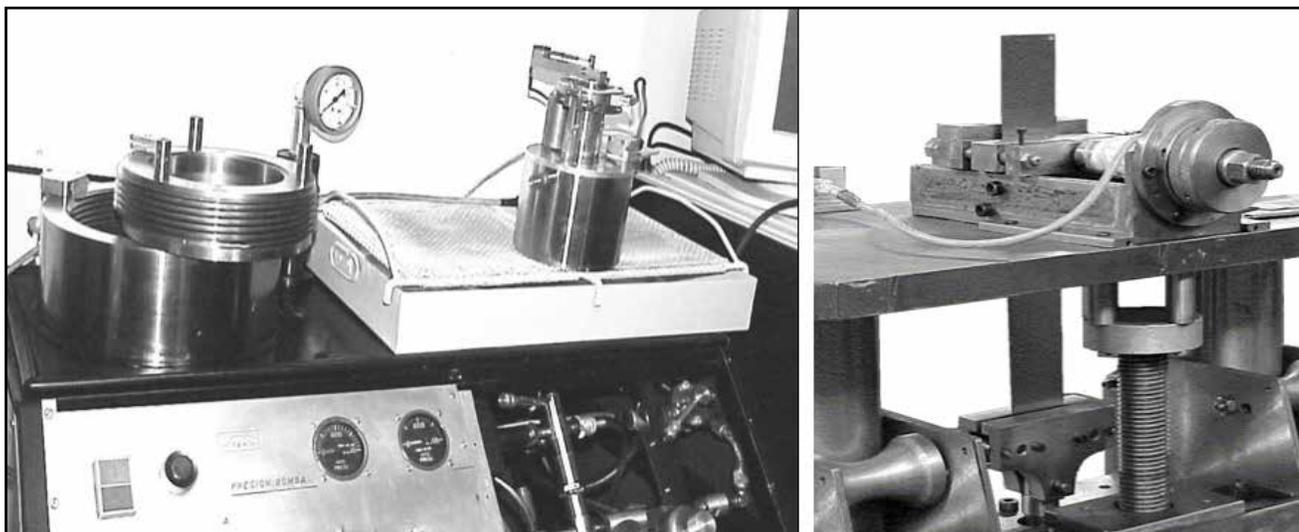


Foto 6: Reunión de trabajo en Jos, Nigeria



**Foto 7:** Equipos de ensayo para chapas desarrollados en la Universidad Nacional del Sur

¿por qué no te quedas para llevarlo a cabo? Sonaba lógico. Y me quedé. Con lo cual, en lugar de los tres meses previstos inicialmente, estuve en Nigeria más dos años.

En esos dos años, pudimos llevar a cabo varios de nuestros propósitos. Mandamos jóvenes a perfeccionarse, adquirimos equipamiento, establecimos vínculos con las plantas siderúrgicas, se empezaron a construir plantas piloto, en fin, el NMDC retomó su empuje inicial. Yo tenía mi oficina en el Centro. Con mis colaboradores inmediatos tuve una relación muy cordial y de gran apoyo.

Adopté la política de integrarme hasta donde podía con la sociedad nigeriana, o sea, como se decía entonces allí, "no trabajar de blanco". Participé en muchos eventos sociales locales, me interesé en la historia y en la política local. Aprendí mucho y fue para mí – y también para mi esposa – una experiencia inolvidable. Es increíble cuánto se aprende viviendo en sociedades tan diferentes a las nuestras. Y aprendí a valorar las indicaciones y consejos de las Naciones Unidas para sus funcionarios, fruto de experiencia centenaria.

Mi contrato con ONUDI se reno-

vaba cada seis meses. Con cierta periodicidad volvía a casa, a ver a los míos. Pasados dos años, y bastante encaminadas las cosas en Jos, sentí la necesidad de volver a mi Bahía Blanca, la familia, la UNS, y, de nuevo, las parras. Y me volví, después de una despedida muy sentida y cordial en el NMDC. Guardo un enorme afecto por ese gran país que es Nigeria, y me aflige sobremedera la tragedia que vive en este momento.

### ■ 13. LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR NUEVAMENTE

De regreso en el laboratorio, retomé las actividades habituales de enseñanza, investigación y apoyo a la solución de los requerimientos que el sector productivo planteaba a la Universidad. Intensificamos en este período los trabajos que se hacían en el área del conformado de chapas de acero, en estrecha colaboración con el IAS y las empresas tanto siderúrgicas como conformadoras de chapas. En la actividad política, me reintegré al grupo Integración, participé de nuevo en el Consejo y en la Asamblea Universitaria.

En el trascurso de los noventa, un grupo de docentes de diferentes Departamentos de la UNS proyectamos

y pusimos en marcha un programa para la formación de recursos humanos en ciencia y tecnología de los materiales, que llamamos PROMAT. Fue y sigue siendo una iniciativa exitosa, que permite formar profesionales con una formación interdisciplinaria en el área de los materiales, y que ha posibilitado la presentación de muchas tesis de posgrado. Sin un costo extra para la Universidad, aprovechando simplemente su estructura basada en Departamentos y no en las tradicionales Facultades.

A mediados de la década de los noventa empezó a hacerse realidad una vieja aspiración ya mencionada en esta reseña. Un grupo de colegas del Departamento de Física de la UNS se acercó al laboratorio para trabajar con nosotros. Venían con una formación en ingeniería, en física y en química. Era justo lo que necesitábamos para encarar los problemas de fricción y lubricación en los procesos de conformado! A partir de allí, se multiplicaron los trabajos en esa área. Proyectamos y construimos un equipo para medir fricción en chapas metálicas, único en el país en su género. Uno de los docentes incorporados al grupo, Jorge Insausti, fue el primer colega que me eligió como director de tesis y

logró graduarse como Magister.

Más tarde, ya en este siglo, otro docente de la UNS, Walter Tuckart, abordó estudios de desgaste en aceros nitrurados y también completó sus trabajos con una excelente tesis de doctorado. En este caso, codirigimos esa tesis con una amiga del CAC, la Dra. Elena Forlerer.

Todas estas actividades se complementaban con presentaciones a Jornadas y Congresos, tanto nacionales como internacionales, el dictado de cursos en el CAC, en empresas y universidades del país y del extranjero y la publicación de trabajos en revistas especializadas. Después de más de cuarenta años, hace poco decidí que ya era hora de que nuestro viejo curso de Trabajado Mecánico (ahora formando parte del currículo del Instituto Sabato) pasara a manos más jóvenes. Fue una decisión difícil, por el cariño que le había tomado tanto a ese módulo como, fundamentalmente, a todo el personal de Materiales del CAC, con quienes me siento parte de toda una vida en común.

En este período participé, convocado por los amigos Raúl Topolevsky y Teresa Pérez, en el dictado de varios cursos organizados por la *Tennarís University*, en el país y en plantas de Brasil, en Pindamonhangaba, y en Méjico, en la ciudad de Veracruz. También escribí, en colaboración con Andrew Green, "Recrystallization" en el Capítulo "Ferrous Metallurgy", sitio de *E-Learning "steeluniversity.org"*, desarrollado por la *World Steel Association*.

#### ■ 14. EL LIBRO DE TRABAJADO MECÁNICO

Trabajando todavía en el IAS, nos reunimos un día algunos amigos vinculados con los Cursos de Laminación que allí se impartían,

convocados por el Ing. Villanueva. La propuesta era publicar una obra completa sobre la laminación, aprovechando el cuantioso material que en forma de apuntes habíamos elaborado los diferentes docentes. Empezaríamos por los conceptos básicos la mecánica del continuo y la metalurgia física, que sería el primer volumen de esa obra.

Años después, estando Villanueva en Chile a cargo de las actividades de formación de personal para la industria siderúrgica en el Instituto Latinoamericano del Fierro y del Acero, ILAFA, resurgió la idea. Así fue como en los primeros años

de los ochenta preparé el material que dio origen al libro "Trabajado Mecánico de los Metales", publicado por ILAFA en 1986. Para elaborar ese material, puesto que para esa fecha estaba lidiando con los tubos de zircaloy en FAE, aprovechaba los sábados y domingos por la mañana. Todos en casa dormían y yo podía desparramar por el living del departamento notas y apuntes mientras escribía durante las primeras horas de la madrugada. Esta tarea me llevó dos años y me obligó a suprimir los cuentos que les contaba en la cama a mis chicos al despertar los fines de semana. Fue un sacrificio para toda la familia, por eso me gratificó mu-



Foto 8: Tapa del libro publicado por ILAFA

cho cuando durante un curso en una empresa siderúrgica nacional un asistente fue a la biblioteca de la fábrica (ILFA repartía sus publicaciones a las empresas adheridas) y trajo un ejemplar del libro. Su estado demostraba un uso abundante. ¡Había valido la pena el esfuerzo puesto en su elaboración!

### ■ 15. LA SOCIEDAD ARGENTINA DE METALES – SAM

A fines de 1955, un grupo de jóvenes profesionales vinculados con el quehacer metalúrgico fundó la Sociedad Argentina de Metales, SAM. Muchos provenían del Departamento de Materiales de la CNEA, Sabato y Martínez Vidal entre ellos. Después de haber pasado un año, 1964, en el CAC, yo estaba predestinado a vincularme con la SAM. Así fue, y me tocó, muy joven e inexperto aún, presenciar algunos de los memorables debates entre los asociados “tecnólogos”, provenientes de la industria, y los “científicos”, de la CNEA. Se trataba de definir el perfil de esta naciente Sociedad.

Durante toda mi vida profesional he estado involucrado en esta magnífica Sociedad, a la que quiero con toda mi pasión profesional, y quizás un poco más. En la misma he participado del Comité de Chapas, que formamos ya en los años setenta, antes de que naciera el IAS. Agrupábamos allí a investigadores universitarios y profesionales de plantas metalúrgicas, visitábamos empresas,

en fin, íbamos consolidando ese entramado que ayudó a formar una verdadera comunidad entre quienes estábamos interesados en el estudio de los metales.

Con el tiempo participé en algunas Comisiones Directivas de la SAM y me tocó presidir un par de períodos de la ahora SAM – Asociación Argentina de Materiales. Actualmente tengo la responsabilidad de editar la Revista SAM, órgano en formato digital de nuestra asociación.

### ■ 16. LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Dentro de mi actividad docente, estuve vinculado varias veces con la UTN. En 1985-86 dicté el curso “Elaboración Plástica de los Metales” en la Facultad Regional Buenos Aires. Estuve también a cargo de varios cursos de posgrado en la Facultad Regional San Nicolás y en la de Concepción del Uruguay.

Una vez jubilado en la UNS, donde tenía dedicación exclusiva, el Director del departamento de Mecánica de la Facultad Regional Bahía Blanca, Ing. Norberto García, compañero y amigo desde nuestra juventud en la UNS, me ofreció incorporarme a esa Facultad, en la que formamos el Grupo de Estudios sobre Materiales.

En la actualidad, soy Profesor Consulto tanto de la UNS como de la UTN. Sigo trabajando con el

objetivo de que, mediante la colaboración activa entre ambas Universidades, se pueda consolidar en Bahía Blanca un grupo de estudiosos de los metales que sirva al sector productivo nacional como lo vinimos haciendo los que ya debemos ir pensando en dejar paso a los más jóvenes.

### ■ 17. ALGUNAS REFLEXIONES FINALES

He tratado de esbozar en esta reseña, no sé si llamarla breve, la trayectoria en la vida profesional que pude vivir. No quise hacer una historia solamente personal, sino reflejar de algún modo las vicisitudes, buenas y malas, que enfrentó mi generación. Tanto en las posibilidades de desarrollo académico y tecnológico, como en los avatares sociales y políticos. Considero que fui un afortunado en cuanto a las oportunidades que se me brindaron y que me permitieron ser parte de un desarrollo nacional en varios campos de la metalurgia puesta al servicio de la sociedad.

Pero sobre todas las cosas, agradezco las oportunidades que me brindó la actividad profesional para conocer a tantos colegas con los que pude establecer lazos perdurables de una relación cordial y llena de afecto.

Nada de esto hubiera sido posible sin el acompañamiento permanente de mi familia.

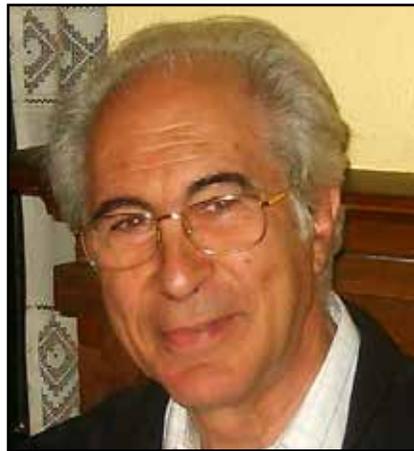
## Mario A. J. Mariscotti

por Daniel E. Di Gregorio

El Dr. Mario Mariscotti es uno de los físicos nucleares más prestigiosos de nuestro país. Es autor de innumerables trabajos en revistas internacionales, tanto en temas básicos como tecnológicos. Durante su vasta y prolífera trayectoria profesional Mariscotti dirigió y formó numerosos discípulos, aportando así a la formación de recursos humanos clave en el desarrollo científico de nuestro país. Demuestra su ferviente vocación docente el haber alcanzado el máximo nivel académico como profesor titular ordinario de la Universidad de Buenos Aires.

Sus aportes al progreso de la ciencia y tecnología de nuestro país son numerosos y muy significativos. Contribuyó de manera decisiva en la puesta en marcha del Laboratorio TANDAR, espacio dedicado a la investigación de la Física Nuclear y Aplicaciones más importante de Latinoamérica, basado en un acelerador de iones pesados. Esta facilidad abrió las puertas a un vasto programa especializado tanto en las propiedades del núcleo atómico, como en investigación aplicada a diversas otras ramas de la ciencia y la tecnología, donde se puede mencionar a la radiobiología, la biomedicina, la ciencia de materiales y el medioambiente.

El Dr. Mariscotti dirigió y organi-



zó numerosas instituciones de ciencia y técnica, destacándose su papel en la organización de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, de la que fuera su primer Presidente. También resultó interesante subrayar su rol como Presidente de la Academia Nacional de Ciencias Exactas y Naturales durante el período 1994-1998, institución de la cual forma parte a partir de 1986. Además, es miembro de la Academia de Ciencias del Tercer Mundo desde el año 2002.

Durante su vida profesional incursionó también de manera exitosa en la actividad privada tecnológica fundando y siendo su director de investigación y desarrollo de la empresa Tomografía de Hormigón Armado, desde 1992. Esta labor le permitió desarrollar tres patentes tecnológicas vinculadas con la tomografía con rayos gama. Hizo contribuciones importantes a la historia de la ciencia y tecnología de

nuestro país, entre las cuales sobresale su libro "El Secreto Atómico de Huemul", que relata los orígenes de la energía atómica en nuestro país.

Sus logros fueron reconocidos por numerosos premios: dos veces con el diploma de honor Konex (1983 y 2003) y con el Tech Award, categoría Desarrollo Económico (2002, San José, California). En el año 2011 recibió el título de Doctor Honoris Causa de la Universidad Nacional de San Martín.

El Dr. Mariscotti es sin dudas una personalidad descolante, no sólo como docente e investigador sino en su capacidad desplegada en la organización, gestión y política de instituciones de Ciencia y Tecnología.

Conocí a Mari, en agosto de 1973, cuando fue mi profesor de Física Moderna, siendo estudiante de la Licenciatura en Ciencias Físicas de la FCEyN de la UBA. Fue en esos tiempos en los cuales quedé sumamente impactado por sus cualidades docentes, su personalidad, su carisma, su trato cálido y respetuoso, la intensidad en transmitir sus conocimientos, su convicción para convencernos de los encantos y la belleza de la física, en particular de la descubierta a principios del siglo XX. Las múltiples interacciones producidas en las clases de aquel cua-

trimestre marcaron algo en mí que fue determinante para mi futuro. Descubrí un maestro al cual seguir, un ejemplo al cual imitar, un modelo en el cual reflejarme. Y a la vez, en esa parte de mi vida, me impuse como meta: ser físico nuclear como Mario.

En diciembre de 1977, ya como Licenciado en Ciencias Físicas, logré obtener una beca de doctorado en el Departamento de Física de la Comisión Nacional de Energía Atómica. Había ingresado al programa de capacitación que tenía como objetivo la formación de físicos nucleares en temas de iones pesados, en ese entonces uno de los más desafiantes de la física en el concierto

mundial.

El Departamento de Física, desde agosto de 1974 era dirigido por Mario y estaba en plena ejecución del Proyecto Tandem. Estos dos ámbitos, constituidos históricamente por destacados físicos y profesionales argentinos, han sido una inigualable escuela en mi formación y en la de muchos otros colegas que fueron y somos sus integrantes.

Fue a partir esos años, que comencé a apreciar otras facetas en la trayectoria profesional de Mario que desconocía: sus excelentes dotes como investigador científico; el entusiasmo, la dedicación y el empeño que ponía en su trabajo que conta-

giaba; sus distinguidas cualidades como líder ha sido un ejemplo para el desarrollo científico y tecnológico de la Argentina.

En estas notas quiero resaltar la influencia determinante que Mario tuvo sobre mí y seguramente sobre otros colegas, tanto como docente universitario, como físico nuclear experimental, como administrador y gestor de lo académico y lo científico.

Mario Mariscotti ha sido en mi vida uno de mis maestros ejemplares, un inspirador, una personalidad descolante.

Mario, un maestro ejemplar.

# PROYECTOS NUCLEARES E INSTITUCIONES

**Palabras clave:** proyectos nucleares, política científica, tomografía de hormigón armado.  
**Key words:** nuclear projects, science policy, reinforced concrete tomography.

## ■ Mario A.J. Mariscotti

Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y THASA

mariscotti@thasa.com

### ■ 1. RESUMEN

Tengo muchas razones para estar agradecido a muchas personas y circunstancias, desde la educación inicial, en el hogar y la escuela pública con maestros muy buenos, pasando por el ocasional hecho de enterarme que se podía estudiar física cuando estaba terminando el primer año de ingeniería. Tuve la fortuna de ser estudiante en el período de oro de la Facultad de Ciencias. Más tarde buenos (en el sentido profesional y humano) profesores me facilitaron una fructífera estadía en el exterior. A la vuelta fui designado profesor titular de física nuclear y pude desarrollar una intensa actividad científica en la CNEA que contribuyó a afianzar la alicaída investigación nuclear experimental. Allí, más tarde ayudé a que se concretara el proyecto TANDAR y ejercí la dirección de I&D. En años más recientes asumí responsabilidades de dirección en la Academia de Ciencias, en la Agencia Nacional de Promoción de CyT, en el INTI, en la CIC, en el ITBA y otras instituciones. Una de mis últimas aventuras ha sido el desarrollo de la Tomografía de Hormigón Armado y la fundación de THASA una empresa que aplica esta tecnología. Todas experiencias

*A mis nietos*

felices que he tenido la suerte de vivir en buena medida gracias al inquebrantable acompañamiento de mi esposa Amalia.

### ■ 2. PRIMEROS AÑOS

Nací en noviembre de 1939 en una casa grande del barrio de Caballito sobre la avenida Rivadavia que debimos desalojar a las apuradas porque Perón la compró a mi abuelo De Lorenzi para convertirla en el Policlínico IOSE (Obra Social del Ejército). Recuerdo a Perón de uniforme con botas caminando con aplomo militar junto a un grupo de personas por la amplia entrada de autos, yo mirando desde una ventana del primer piso. Hacía poco que había inaugurado su primera presidencia en junio de 1946. No pude terminar el primer grado inferior en la escuela Ramos Mejía pero eso no mitigó la influencia que mi primera maestra Clotilde Zembo tuvo en mi formación.

Mi papá era muy ordenado y programaba muy bien todas sus cosas y el tener que buscar un nuevo domicilio con urgencia le causó mucho desagrado. Finalmente recalamos en Belgrano donde años después conocí a Amalia con quien hemos celebrado las bodas de oro no hace

mucho. Suelo decirles a mis nietos que si no fuera por Perón ellos no existirían.

De mi papá siempre aprecié su fidelidad a la verdad, su respeto por las ideas ajenas y su disposición a reconocer errores. Mi mamá era una excelente pintora, cuentista y pianista. Una de las cosas que más le agradezco es su esmero en guiarme con mis deberes. Me enseñó a valorar la prolijidad y el cuidado con que se deben hacer las cosas.

Seguí el camino de mi hermano Raúl, primero en la escuela primaria Manuel Láinez, donde tuve grandes maestros, incluido Alejandro Storni, hijo de Alfonsina, y muchos buenos compañeros, y luego en el Liceo Militar. El Liceo al principio fue duro pero terminó siendo una experiencia de esfuerzos y de compañerismo muy importante en mi vida.

### ■ 3. DE INGENIERIA A FISICA

Desde chicos mi mamá nos instaló la idea (hoy día casi escandalosa) de que ¡los varones con los autos, nunca en la cocina! Y efectivamente Raúl y yo nos convertimos en fanáticos del turismo de carretera. Nos despertábamos temprano y anotábamos en un cuaderno los tiempos

parciales que cantaba desde el aire Luis Elías Sojit. Cuando yo tenía 16 años nos compramos el primer Ford T. Viajamos a Mar del Plata, lo fundimos y cuando lo arreglamos luego de sucesivas etapas fallidas, fuimos a correr al viejo autódromo donde lo volcamos (por suerte lo podemos contar). Una vez arreglado lo vendimos y compramos otro y otro. Finalmente vendí mi parte y le compré el anillo de compromiso a Amalia.

La vocación era clara. Nuestro futuro era ser ingenieros mecánicos. De modo que cuando llegó la hora de elegir carrera no tuve la menor crisis vocacional o duda. Ingresé en 1958 a la Facultad de Ingeniería de la UBA. Los cursos de Análisis I y Álgebra (con Celina Repetto) me fascinaron. Por ejemplo, me maravillaba el hecho de que si uno graficaba en papel milimetrado  $y = 5 \cdot x^2$  y medía con un transportador la tangente en  $x = 2$ , ésta era igual a 20 o sea, igual a la derivada de  $y$  para  $x = 2$ . También disfruté de Física I con el profesor Jorge Staricco.

Llegado noviembre de ese primer año de ingeniería (1958) me cruzo con Max Dickman a quien conocía del barrio, y me dice: *“Me voy a estudiar matemáticas”*. ¿Adonde? le pregunté. Así me enteré de que existía una Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y que se podía estudiar física. Había disfrutado ese primer año de ingeniería pero eso no era ingeniería y decidí, de un día para otro, irme a “Ciencias”. Hubo bastante revuelo entre mis padres y mis futuros suegros. Aún la carrera del investigador científico del CONICET no existía y decirles a los padres que uno se iba a dedicar a la ciencia, desde la perspectiva laboral, era como decirles que se iba a dedicar a la poesía.

Las equivalencias de Análisis I y Álgebra me fueron concedidas rápi-

damente. No fue así con Física I. Sin quererlo ni sospecharlo, buscando la equivalencia, provoqué un duro enfrentamiento entre Enrique Gaviola (profesor de Física I) y Juan José Giambiagi (Jefe de Departamento de Física). Esto me trajo sinsabores; mi retiro de la mesa examinadora de Física II el cuatrimestre siguiente y casi el abandono de la carrera. Pero las cosas finalmente se enderezaron y terminaron en una relación de gran aprecio mutuo con Giambiagi que luego me brindó mucho apoyo en el desarrollo de mi carrera. Con Gaviola, también, mucho después y en relación a la investigación del tema Huemul, tuve encuentros muy gratificantes.

#### ■ 4. FÍSICA NUCLEAR Y CLEMEN-TINA

El punto inicial de mi relación con la física nuclear ocurrió en un pasillo de la Facultad de Ciencias en Perú 222 cuando estaba cursando mi último año de la licenciatura en física. Alberto Jech, a quien en esa época solo conocía de vista, se acercó y en un gesto típico de su personalidad abierta y generosa me pasó el brazo por encima del hombro y me dijo: *“Che pibe, ¿no querés venir al grupo de física nuclear?”*. Era mediados de 1961. Hacía poco que el físico sueco Igmar Bergstrom había venido a la Argentina y conducido una escuela de física nuclear en Bariloche. Ahora Jech, uno de los asistentes a este curso, ido el maestro, salía por los pasillos a recoger discípulos.

En el segundo cuatrimestre de ese año, 1961, cursé física nuclear con Carlos Mallmann, un físico que volvía de EEUU con bien ganado prestigio, quien poco después aceptó ser mi director del trabajo de tesis de licenciatura, lo que para mí fue un hecho de enorme valor. Lamentablemente a mediados de noviembre

Mallmann fue designado director de Bariloche en reemplazo de Balseiro que para entonces ya estaba muy enfermo y quedé huérfano de director. Pero pude concluir el trabajo y recibirme.

Juan José Giambiagi, Director del Departamento de Física y uno de los responsables de la década dorada previa a la tragedia de la “noche de los bastones largos”, me hizo un lugar como ayudante de primera con dedicación exclusiva a partir del mismo día que me recibí, el 1 de marzo de 1962. Fue providencial pues la fecha de casamiento ¡la habíamos definido para abril desde varios meses antes sin saber si tendría trabajo! Así comenzó mi carrera profesional como docente-investigador en la mejor década del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas en la UBA. Un verdadero privilegio.

Tengo una enorme deuda de gratitud con Daniel Bes. Entre otras cosas él aceptó ser mi director de tesis doctoral. Bes venía de trabajar en el Instituto de Física de Niels Bohr en Copenhague, y concitaba el mayor respeto de todo el mundo científico. El CONICET estaba recorriendo sus primeros años y bajo la conducción de Bernardo Houssay se había creado la Carrera del Investigador y el programa de becas externas. Con esas herramientas a mano Giambiagi y el resto de los excelentes profesores que lo acompañaban, nos impulsaban a investigar y publicar. Tenían un gran entusiasmo y lo comunicaban a todo el cuerpo docente. Cuando nos mudamos a Núñez en 1962, hasta los partidos de fútbol de los viernes a la tarde y los trucos a la hora del café contribuían a fortalecer la mística que se vivía entonces. Creo que ellos ambicionaban convertir al departamento en un centro de física comparable a los mejores en el mundo. Giambiagi había esta-

do en Caltech, Bes en Copenhagen, Mallmann en Argonne, Roederer en Göttingen, Varsavsky doctorado en Harvard, Bollini en Inglaterra.

En esa atmósfera se dio otro hecho de enorme trascendencia en mi vida profesional que me conmueve recordar. A mediados de 1964 Bes y Mallmann me dijeron que tenía que solicitar una beca al CONICET para hacer una estadía en el exterior, beca que tuve la suerte de obtener. Ellos entonces escribieron a científicos de renombre para encontrarme un lugar de trabajo apropiado. Emociona pensar que la motivación de estos profesores para hacer estas cosas no era ni más ni menos que impulsar la formación de una nueva generación de investigadores y construir un futuro de excelencia. El impacto en mi vida profesional de esta puerta que ellos me abrieron es inconmensurable. Al final se presentaron dos posibilidades, *Purdue University* en Indiana o *Brookhaven National Laboratory* en Long Island, NY. Elegí Brookhaven. Sospecho que ellos preferían Purdue pero se abstuvieron de influir en mi decisión concediéndome plena libertad de decisión.

Mientras tanto estaba tratando de finalizar mi doctorado. Por sugerencia de Bes y teniendo en cuenta que yo era "experimental" intenté realizar mediciones usando un nuevo espectrómetro beta de alta resolución que había en CNEA en el grupo de Tito y Pilar Suter, Walter Scheuer y José Suarez. Un tiempo antes habíamos hecho una publicación en colaboración con Jech y Marilú Ligatto de Slobodrian, sobre la "relación de mezcla M1/E2" en  $^{198}\text{Hg}$ , un núcleo "transicional", ubicado en una zona de la Tabla Periódica intermedia entre los núcleos muy deformados ("rotacionales") y los cuasi-esféricos ("vibracionales"). Tal relación de mezcla estaba aso-

ciada al carácter "transicional" del núcleo y esto era un dato de interés en aquel tiempo. Los experimentos planeados con el espectrómetro de la CNEA apuntaban a medir esa relación de mezcla en otros núcleos "transicionales". Pero surgieron diversos inconvenientes que frustraron el proyecto. Entonces el plan de tesis se tornó teórico y comenzamos con Willy Dussel a hacer cálculos para predecir esa relación en lugar de medirla, en la nueva computadora de "Exactas", la famosa Clementina. Allí aprendimos a programar en AUTOCODE y a usar cintas de papel perforado para introducir los datos. El CONICET me había otorgado la beca para ir a Brookhaven a partir de marzo de 1965 de modo que desde fines de 1964 nos esforzamos con los cálculos para terminar a tiempo, pero... durante el verano se descompuso el aire acondicionado del Centro de Cómputos y las válvulas de Clementina no admitían nada por arriba de los 21 grados. Hasta intentamos bajar la temperatura despararramando nitrógeno líquido por el suelo del recinto! En una oportunidad la temperatura bajó un poco (no por el N líquido) y pudimos reanudar la tarea. Fue un fin de semana y aprovechamos el tiempo a "full": trabajamos 62 horas seguidas, desde el viernes a las 18 hs hasta el lunes a las 8 de la mañana. En realidad yo caí rendido a eso de las 6 hs del lunes y me dormí en el sofá del despacho del Director, el recordado Manuel Sadosky, hasta que me despertaron los gritos de la señora de la limpieza que, al verme, salió corriendo escandalizada. Finalmente no fue posible terminar el trabajo y viajamos, sin tesis, a iniciar una nueva vida en el hemisferio norte con Amalia y nuestros dos primeros hijos Alberto y Patricia de 2 y 1 año de edad.

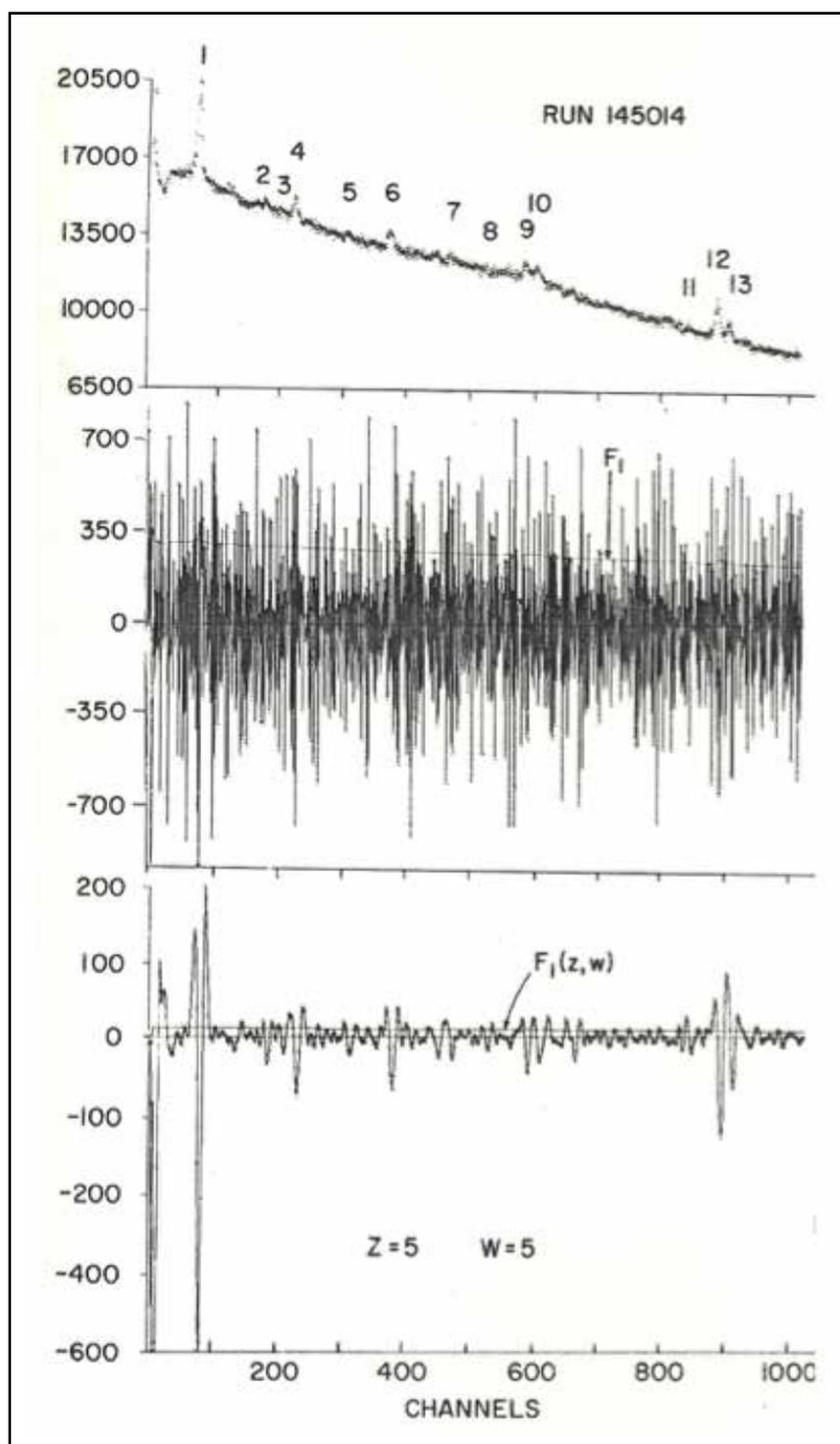
## ■ 5. BROOKHAVEN

Los años de Brookhaven son imborrables. Un lugar de primera línea en la investigación nuclear mundial. Gertrude Scharf Goldhaber había respondido favorablemente a la recomendación de Mallmann para que me aceptara en su grupo. A esto contribuyó el prestigio ganado por Mallmann en virtud de una intrigante observación que él había publicado en 1959 en *Physical Review Letters* (Mallmann, 1959) sobre estados "colectivos" en núcleos par-par (es decir con un número par de protones y neutrones) que era uno de los temas preferidos de Scharf Goldhaber. La observación de Mallmann consistía en mostrar que, contrariamente a lo esperado, si uno ordenaba de un modo particular los datos disponibles de los núcleos par-par, tanto deformados como esféricos, éstos formaban una misma familia.

En Brookhaven tuve la oportunidad de trabajar con equipos y personajes de primerísima línea. Era fácil alternar con premios Nobel en la cafetería o en los seminarios. En esas condiciones no es difícil hacer trabajos que alcanzan cierta repercusión internacional como fue el hoy llamado Mariscotti Peak Search y el modelo VMI.

A mi llegada Scharf Goldhaber les pidió a Walter Kane y Guy Emery, mis primeros guías y amigos en este nuevo escenario, que se ocuparan de mí. Ellos estudiaban los estados excitados de núcleos midiendo la radiación gamma que resultaba de irradiarlos con un haz de neutrones en el *Graphite Reactor*, en ese momento el reactor de investigaciones más grande del mundo. Contaban con la instrumentación más moderna que existía en ese tiempo, por ejemplo, un multicanal bidimensional de 16 mil canales y una unidad de cinta magnética para grabar los

datos (en Buenos Aires nuestro multicanal tenía 512 canales!). Además en esos años había aparecido un nuevo tipo de detector, de Ge(Li), de mucha mayor resolución que los tradicionales centelleadores de NaI. Estos detectores no eran aún elementos comerciales de modo que Walter decidió que nosotros teníamos que fabricar uno. Al principio yo no podía hacer otra cosa que mirar lo que él y Guy hacían y el papel de pinche pasivo me ponía incómodo, pero pude ayudar algo en la fabricación de los primeros detectores de Ge(Li) que se hicieron en Brookhaven. Con ellos, la cantidad de información que se obtenía de la reacción con neutrones se multiplicó significativamente. La reacción de captura de neutrones genera espectros gamma que se extienden hasta 7-10 MeV, mucho más complejos que los que se obtienen de los decaimientos radioactivos. El hecho de poder grabar los datos con la nueva unidad de cinta magnética ayudaba a acortar los tiempos. Sin embargo surgió un inconveniente inesperado: esta unidad grababa datos en un formato incompatible con el del Centro de Cómputos (con una CDC 6600, también una de las computadoras más grandes en ese tiempo) y por lo tanto no se podían imprimir. Esta dificultad fue mi oportunidad de hacer algo útil. Guy se acercó a mí y con mucha delicadeza me preguntó si no me importaba ocuparme de este problema. Él sabía que yo había hecho un poquito de computación en Buenos Aires lo que en aquellos tiempos no era usual para un físico. ¡Para eso estaban los matemáticos aplicados en el edificio de al lado! Empecé la tarea con un poco de dificultad porque ni siquiera sabía dónde estaba el Centro de Cómputos pero con la ayuda de un médico chileno, Salvador Bozzo, fanático de la computación y a la postre un muy apreciado amigo, se pudo resolver el problema de las incompatibilidades en una semana.



**Figura 1:** Gráfico superior: Parte de un espectro gamma generado en la reacción  $^{53}\text{Cr}(n,\gamma)^{54}\text{Cr}$ , obtenido con un detector de Ge(Li). Gráfico intermedio: resultado de calcular la "segunda diferencia" del espectro más arriba (corresponde a la segunda derivada en el caso de una función discreta como es el espectro). Gráfico inferior: resultado de "suavizar" la segunda diferencia haciendo el promedio del valor de cada punto con el de sus 4 próximos vecinos. La línea  $F$  indica el error estadístico de cada punto. Valores que difieren de cero por una cantidad mayor a  $F$  son tenidos en cuenta para identificar picos. Los números en el gráfico superior indican los picos identificados con el programa

Entonces pudimos acceder a los datos, es decir, a leerlos pues lo que salía de la CDC eran hojas y hojas llenas de números. El proceso de análisis era tedioso: había que recorrer ese océano de números buscando donde había "picos"; una vez localizados había que perforar tarjetas con los números correspondientes a cada uno (alrededor de 20 por pico, de 6 dígitos cada uno); con estas tarjetas se alimentaba un programa de ajuste de cuadrados mínimos para determinar la posición (energía) y área (intensidad) del pico. Con los nuevos detectores un espectro podía tener unos 50 picos. Esto significaba ingresar en tarjetas, a mano, unos  $50 \times 20 \times 6 = 6000$  dígitos por experimento. El resultado final era un listado de energías e intensidades de rayos gamma con sus energías. Habiendo resuelto el problema de ingresar los datos a la gran computadora parecía razonable intentar escribir un programa para que la computadora pudiera encontrar los picos por sí misma y enganchar automáticamente con la subrutina de ajuste de cuadrados mínimos. Si se le podía enseñar a la computadora a encontrar los picos por su cuenta se ahorraría muchísimo trabajo. De la cinta magnética del reactor al Centro de Cómputos y de allí directamente obtener las energías e intensidades de todos los picos.

Tuve que aprender el lenguaje FORTRAN para programar en esa computadora. Ensayé una operación que teóricamente debía funcionar bien. Debido a la buena resolución del Ge(Li) uno podía imaginar que el espectro (ver gráfico superior de Fig. 1) era una secuencia de gaussianas sobre un fondo lineal (en el corto intervalo correspondiente a un pico más algunos puntos vecinos). En tal caso la segunda derivada de una distribución de este tipo debía dar cero en todos lados menos donde había un pico. Lo probé usando

una función "segunda diferencia" para reemplazar la segunda derivada ya que se trataba de una distribución discreta pero el resultado fue desastroso debido a la fluctuación estadística inherente de los procesos nucleares: sólo obtuve una ancha banda de ruido (ver gráfico central de Fig 1).

La depresión que me produjo este resultado me duró una o dos semanas hasta que me di cuenta que dada la propia naturaleza de la fluctuación estadística el problema se debía poder superar promediando números próximos. Después de varios intentos y ensayar distintas formas de hacer esto, la cosa funcionó (ver gráfico inferior de Fig.1).

Este resultado me dio mucha tranquilidad espiritual y anímica; sentía que me ayudaba a superar la condición de "pinche". Empezamos a usar este programa con buenos resultados mejorando mucho la productividad. A poco otros grupos del laboratorio que también medían espectros en otros experimentos nos pidieron el programa. Guy un día me dijo "Mario, tenés que publicar este método". Yo no lo había pensado pues me parecía que un físico no publicaba métodos para programas de computación, pero seguí su consejo. Escribir mi primer "paper" en inglés fue un esfuerzo mucho más arduo del que razonablemente cabría suponer. El primer párrafo me insumió una semana de noches desveladas. Helmut Paul, un austríaco vecino en el "apartment area" del laboratorio, donde vivimos el primer año de nuestra estadía en EEUU, me dio una ayuda inestimable enseñándome las artes de la escritura científica en inglés.

Cuando finalmente el método fue publicado en Nuclear Instruments and Methods (Mariscotti, 1967), comenzaron a llegar pedidos de copias

de todos lados. Poco después recibí una llamada del *Argonne National Laboratory* invitándome a describir el método en ocasión de una conferencia sobre las reacciones con neutrones. Recuerdo que casualmente (verano de 1967) Bes estaba sentado a mi lado y me felicitó: "ya tenés una *invited talk*". Pasados unos años un viejo y querido compañero de la Facultad, Eduardo Ansaldo, desde Canadá escribió preguntando si era millonario. Había visto en una conferencia que algunas empresas de instrumentación nuclear (ORTEC, EGG, Tennelec/Nucleus) anunciaban dentro del paquete de sus productos el "*Mariscotti Peak Search*". Me dio mucha alegría (no plata).

## ■ 6. EL MODELO VMI

Uno de los núcleos que estudiamos con neutrones en el reactor fue el  $^{190}\text{Os}$ , otro núcleo "transicional". Los núcleos deformados se caracterizan por exhibir una secuencia particular de estados cuyas energías crecen con el momento angular al cuadrado (identificadas por primera vez por A. Bohr y B. Mottelson en 1953), y los núcleos cuasi-esféricos, por una secuencia cuya energía crece linealmente con el momento angular. A los primeros se los visualiza como una pelota de rugby que rota alrededor de un eje perpendicular al eje principal de la pelota; a los segundos como un globo que vibra comprimiéndose y descomprimiéndose. El  $^{190}\text{Os}$  no andaba bien con ninguno de estos modelos. Pero si en el modelo rotacional uno permite que el momento de inercia aumente al aumentar el momento angular (o la velocidad angular), la secuencia de energías se acerca a la que caracteriza al modelo vibracional. La idea de que el momento de inercia aumente con la velocidad angular parece bastante natural. El caso de una piedra atada a un elástico que la hacemos girar alrededor nuestro



(Mariscotti y col., 1969) e inmediatamente fue muy citado y comentado en varios medios incluyendo un artículo del propio Wenner y una nota en *Physics Today*. La repercusión que tuvo este trabajo fue indudablemente un acontecimiento feliz para mí. Lamentablemente no fue igualmente feliz la segunda etapa de la historia del VMI.

El modelo VMI contiene dos parámetros, el momento de inercia del estado de menor energía  $\hat{A}_0$  y la "elasticidad" del núcleo frente a rotaciones, y se expresa por una ecuación de tercer grado, es decir que tiene 3 soluciones. Cuando  $\hat{A}_0 > 0$  existe sólo una solución real, pero cuando  $\hat{A}_0 < 0$  las 3 soluciones son reales. El caso  $\hat{A}_0 < 0$  no es fácil de interpretar físicamente (ver Thieberger, 1970). Durante el feriado de fin de año de 1969, caí en la cuenta que algunas soluciones ajustaban sorprendentemente bien la secuencia de estados de los así llamados núcleos "mágicos" (o de capa cerrada), una clase especial de núcleos que cae fuera de la descripción rotacional o vibracional. Estos exhiben una secuencia de estados muy particular, claramente diferenciada, y sin embargo el modelo VMI con  $\hat{A}_0 < 0$  las reproduce con precisión. Esto fue un resultado inesperado. En particular el modelo predice la existencia de una marcada discontinuidad entre una y otra familia que se verifica muy bien con los datos disponibles (ver gráfico inferior en Fig.2).

Preparé una *letter* con mi nombre y el de Scharf Goldhaber y se lo mostré a su vuelta de un viaje al Reino Unido. Lo recibió con mucho interés y ese mismo día se acercó varias veces a mi oficina para consultar detalles. Al día siguiente me llamó para decirme que ese trabajo le pertenecía y que por lo tanto lo iba a publicar sólo con su nombre. Naturalmente quedé estupefacto.

Hasta entonces, y desde mi llegada a Brookhaven 5 años antes, la relación con ella y su marido Maurice Goldhaber (famoso por sus trabajos en Cambridge y en esos años Director del Laboratorio), había sido excelente. Existía un vínculo de afecto y respeto que se extendía a Amalia (en reuniones sociales él sacaba a bailar a Amalia y ella lo hacía conmigo). En una ocasión me honraron con la invitación a una cena familiar con Yuval Ne'eman (codescubridor de los quarks). La abrupta decisión de mi jefa de dejarme de lado fue un golpe duro. Intenté hacer lo mejor que pude sin renunciar a mi trabajo. Busqué la asistencia de Maurice que me atendió como un padre cariñoso pero no hubo caso. Se sucedieron hechos que no es el caso describir aquí. A la postre yo publiqué el trabajo en *Physical Review Letter* (Mariscotti, 1970) y poco después, ella, con la asistencia de su hijo Alfred Goldhaber, también físico, hizo lo propio (Scharf-Goldhaber y Goldhaber, 1970). Naturalmente por unos años el episodio fue muy comentado y salía a la luz en todo encuentro con colegas. Años después en una de mis periódicas visitas a Brookhaven, el matrimonio Goldhaber tuvo la gentileza de invitarme a cenar en un evento de pocas personas en un gesto que marcó el restablecimiento de nuestra relación.

Los primeros años en Brookhaven fueron principalmente dedicados al estudio de la reacción de captura de neutrones, primero, como mencioné, en el *Graphite Reactor* y luego en el *High Flux Beam Reactor*, en colaboración con Walter Kane, Guy Emery y luego con Bill Gelletly, Jaime Moragues y Otto Schult. Más tarde comenzamos a trabajar con Bill y Peter Thieberger en reacciones inducidas por partículas alfas usando para ello un viejo ciclotrón de 60 pulgadas casi en desuso del laboratorio. Estas reacciones que, como

veremos se usaron luego en Buenos Aires para implementar un exitoso programa de investigación nuclear experimental con el Sincrociclotrón de la CNEA, tienen la virtud de favorecer la excitación de la secuencia de niveles "colectivos" como los referidos más arriba.

El primer año de Brookhaven (1965) lo hice como becario del CONICET. Al año siguiente pedí renovación de beca pero el CONICET se demoró en responder y quedé en una situación irregular sin visa. En esa circunstancia el laboratorio me contrató como *Research Associate*. Pocos meses después, en junio de 1966 al ocurrir la trágica "noche de los bastones largos" envié mi renuncia como Jefe de Trabajos Prácticos a Alberto Jech pidiéndole que haga con ella lo que iba a hacer el resto del grupo en Buenos Aires. En 1967 escribí mi tesis sobre la estructura transicional del  $^{190}\text{Os}$  y el método automático de identificación de picos y viajé a Buenos Aires una semana a rendir el examen para completar el doctorado gracias a que Valdemar Kowaleski, José Westerkamp y Carlos Mallmann aceptaron integrar una mesa examinadora en esos tiempos difíciles. A fin de ese año Brookhaven me promovió a *Assistant Physicist* y en 1968 a *Associate Physicist*. A principios de ese año nació Fernando. También se venció mi visa de *Exchange Visitor* y el laboratorio ofreció gestionar un *waver* ante el Departamento de Estado para prolongar mi estadía allí, al menos por 3 años más. Exploré posibilidades de retornar a Argentina y ante el ofrecimiento de CNEA de ocupar un lugar de investigador para trabajar en reacciones con neutrones en el reactor RA3 del Centro Atómico Ezeiza, decliné el ofrecimiento de Brookhaven y con Amalia comenzamos a preparar el retorno. En el laboratorio se organizaron seminarios para seleccionar a mi reemplazante.

Poco después recibimos la visita de Santiago Pinasco, jefe de los electrónicos de CNEA, y nos enteramos que el RA3 no funcionaba (apurando su inauguración habrían utilizado agua no bien purificada). Ante esta noticia fui a ver a las autoridades del laboratorio y dije que si aún estaba a tiempo me quedaba. Y así fue, nos quedamos hasta mediados de 1970.

## ■ 7. EL RETORNO

A Emma Pérez Ferreira le debo nuestra vuelta a la Argentina en 1970. Fui a trabajar al RA3 en Ezeiza y con la ayuda de Cayetano Pomar obtuvimos el primer haz de neutrones en la Argentina y conseguimos realizar las primeras mediciones en un tiempo breve, 3 meses desde mi llegada. Construimos los blindajes dentro del canal tangencial del reactor para colimar los neutrones, conseguimos mediante un intercambio con el Departamento de Química un multicanal de 4096 canales que nos reparó Jorge Sinderman, y el Departamento de Física Nuclear nos facilitó detectores y electrónica.

Para esa época Giambiagi me empujó a presentarme en el primer concurso abierto que se llamó en Ciencias Exactas luego de la debacle de 1966. Tuve mucha suerte y me designaron profesor titular con dedicación exclusiva. Mi sueldo se duplicó y obtuve de la Facultad el acuerdo de que podría seguir con mis tareas de investigación en la CNEA. Esto hizo que mucha gente joven de la Facultad se acercara, especialmente a partir de fines de 1972 cuando comenzamos a trabajar con el Sincrociclotrón. En poco tiempo se formó un grupo excepcional que fue semilla de una nueva generación de físicos nucleares experimentales. El pasaje al laboratorio del Sincrociclotrón, o *Sincro* por brevedad, se debió principalmente a dos circunstancias: a) el canal de irradiación del

RA3 se perforó y agua del reactor se coló a la sala experimental lo que tornaba imposible continuar con los trabajos allí y b) el grupo histórico del *Sincro* (Santos Mayo, Erramusepe, Sametband, Testoni, Ceballos, Ferrero) optaron por otros horizontes pues ya no podían competir en el tipo de investigaciones que ellos estudiaban. La máquina, de energía fija, se había tornado obsoleta para esos estudios. Cuando se inauguró en 1954 era una máquina de avanzada pero en 1972 ya no lo era. Sin embargo para cierto tipo de estudios se podía usar si se conseguían 3 cosas: 1) acelerar partículas alfa en lugar de deuterones; 2) variar la energía de estas partículas sin requerir mucha precisión ni resolución y 3) elegir un tema que no estuviera siendo estudiado en otros laboratorios pues de ser así no se podría competir. A diferencia del RA3 de Ezeiza la posibilidad de usar el *Sincro* para hacer investigación venía con un alto "valor agregado" pues ya existía allí un formidable equipo de electrónicos bajo la conducción de Jorge Sinderman, de ingenieros con Norberto Fazzini a la cabeza y de un grupo de eximios operadores, además de razonable instrumentación.

Alberto Ceballos y Jorge Testoni lograron acelerar partículas alfa (requisito 1). Andrés Kreiner haciendo su trabajo de tesis de licenciatura logró con muy pocos pesos, convertir al *Sincro* en una máquina de energía variable (requisito 2) y elegimos un área de investigación relativamente inexplorada (requisito 3): el estudio de estados colectivos en núcleos "doblemente impares". Además de Kreiner, Emilio Santi, Rubén Pecyner, Carlos Kohan fueron otros estudiantes que se acercaron para hacer sus tesis de licenciatura. Por otra parte se incorporaron Alberto Filevich, Moni Behar (un motor de trabajo con un empuje incompara-

ble), Gerardo García Bermudez y Egui Ventura recién llegado de Stanford-Rutgers que contribuyeron a que el laboratorio del *Sincro* volviera a funcionar día y noche y a producir ciencia en una atmósfera de enorme entusiasmo. Esos años del *Sincro* fueron excepcionales. A pesar de su obsolescencia se hizo buena ciencia compitiendo con laboratorios mucho mejor equipados. El modelo teórico desarrollado por Kreiner para describir lo que estábamos observando experimentalmente y la predicción de un estado fosforescente en  $^{76}\text{Br}$  que luego con el *chopper* de Santi pudimos verificar, fueron alguno de los resultados más sobresalientes que incentivaron a otros laboratorios a seguir nuestro camino. Enablamos una fructífera colaboración con Brookhaven a través de Thieberger que dio lugar a un buen número de publicaciones.

Estoy muy agradecido con todo el equipo del *Sincro* de esos años por haber podido hacer estas cosas en la Argentina y crear las condiciones para nuevos proyectos que permitieran robustecer la presencia internacional del país en física nuclear, como fue posteriormente el laboratorio TANDAR.

## ■ 8. TIEMPOS DIFICILES

Mientras continuábamos obteniendo resultados interesantes en núcleos doblemente impares y se consolidaba el grupo experimental de física nuclear en la CNEA, yo seguía con mis cursos de Física Moderna en la Facultad. Durante 1971 mantuve varias reuniones con el decano Raúl Zardini. Él tenía interés que yo asumiera la dirección del Departamento de Física pero este propósito se frustró al poner como condición que se hiciera un llamado a concurso "dirigido" a ciertas personas, y yo no acepté. A la distancia tengo una mirada algo más

comprensiva de ese episodio. Los profesores que habían permanecido en el Departamento luego de las renunciadas de 1966 no habían sido seleccionados en los concursos de 1970. Estos fueron ganados por lo que habíamos estado “en el exilio” y cosechado antecedentes en el exterior. Zardini deseaba equilibrar un poco la balanza, pero lo cierto es que los concursos dirigidos no hacían honor a nadie. La interrupción de mi diálogo con Zardini fue el inicio de un penoso conflicto entre el decanato y el grupo de profesores recientemente incorporados.

El año 1972 fue complicado, escenario del enfrentamiento Lanusse-Perón. Al año siguiente todo se dio vuelta. Cámpora ganó las elecciones, Puiggrós asumió el rectorado de la UBA, Virasoro el decanato de Exactas y yo el Departamento de Física. Duré poco. No congeniaba con el espíritu reinante en el decanato poblado de militantes de la JP. Una situación delicada que recuerdo fue cuando de buenas maneras logré que un profesor muy cuestionado dejara la cátedra. Para reemplazarlo busqué a uno de los mejores ingenieros electrónicos que había en el país y me negué con todas mis fuerzas a proponer la designación de una persona con mucho menos experiencia, impulsada por la JP. Esa batalla afortunadamente fue ganada. Otro hecho desgraciado que no se resolvió satisfactoriamente y que por lo tanto condujo a mi renuncia fue que no se aceptara la designación de un ex profesor de Exactas que volvía de los EEUU con muy buenos antecedentes porque esa procedencia no se condecía con los criterios políticos del momento. En 1974 el péndulo retornó a su estado anterior con el gobierno de Isabel Perón - López Rega. Alberto Ottalagano fue designado rector y Zardini volvió al decanato. La Universidad declaró a todos los profesores en comisión y

posteriormente dispuso que los profesores que no fueran confirmados quedaban automáticamente echados sin necesidad de más trámite. El listado de confirmados que salió en los diarios no incluía mi nombre de modo que fui al rectorado a pedir una copia de la resolución. Me la negaron. Siendo profesor con dedicación exclusiva literalmente me quedé en la calle con 4 hijos (en 1971 había nacido María Eugenia).

En esos convulsionados tiempos recibí una invitación para volver por 2 meses al *Kernforschungsanlage* (KFA) en Jülich, Alemania donde había estado en enero y febrero de 1974 invitado por Otto Schult, y otra invitación de la Universidad de Manchester por 3 meses para trabajar con Bill Gelletly. Estas invitaciones eran ajenas a la turbulencia política en la Argentina pero fueron oportunas porque me brindaron una temporaria solución económica. De no haber sido por la situación crítica que estábamos pasando no hubiera aceptado ambas invitaciones a la vez, pero lo hice y estuve en Europa por 5 meses. Por fortuna los alemanes pagaron un extra que permitió que Amalia viniera en el último mes. En Jülich (1974 y 1975) trabajé en el grupo de Schult colaborando con Rainer Lieder, Hans Beuscher, Walter Davidson y el técnico Herbert Jäger. El primer año en Jülich compartimos departamento en el Gästehaus con Franjo Krmpotic de la Universidad de La Plata y el segundo año con Cayetano Pomar que me acompañó con el propósito de completar su tesis. Aprovechando la alta energía del ciclotrón en el KFA estudiamos isótopos de Sm y Gd muy deficientes de neutrones. En Manchester (en el laboratorio donde Rutherford descubrió el núcleo en 1909) junto con Gelletly usamos el van de Graff y el Linac, para medir momentos magnéticos nucleares.

En diciembre de 1974, el Departamento de Física Nuclear de la CNEA a cargo de Ernesto Maqueda me ofreció un puesto de investigador que asumí al volver de Manchester en junio de 1975. Al poco tiempo Maqueda dejó el cargo y siguiendo la tradición del Departamento se hicieron elecciones internas entre sus miembros para elegir su sucesor. Terminó en un empate entre Julio Rossi y yo que Rómulo Cabrini, entonces Gerente de Investigación, resolvió mediante un sorteo que resultó a mi favor.

## ■ 9. EL TANDAR

Tanto Brookhaven en EEUU como el KFA en Alemania me inocularon el deseo de tener un laboratorio similar en Argentina. A pesar de los tiempos difíciles tanto políticos como económicos y sociales pensaba, siguiendo a Sábato que no se puede esperar los “tiempos mejores” para hacer proyectos. Hay que soñarlos, darles forma y luego pelear por ellos.

A poco de hacerme cargo del Departamento nos reunimos los físicos nucleares a discutir una propuesta de “reequipamiento” que permitiera mantener la actividad de investigación en física nuclear experimental con cierto nivel de competitividad internacional. “Reequipamiento” significaba adquirir un nuevo acelerador de partículas y construir un nuevo laboratorio que lo albergara, o sea una inversión órdenes de magnitud superior al presupuesto ordinario del Departamento. Esta reunión se hizo en la pequeña “biblioteca” del Departamento sobre el pasillo del lado de la calle Ramallo de la sede central el 3 de octubre de 1975.<sup>1</sup>

Un par de propuestas para convertir el *Sincro* en una máquina con haces de energía variable habían

sido elevadas a las autoridades pocos años antes pero no habían prosperado. El *Sincro* funcionaba desde 1954. Entonces era un instrumento de vanguardia pues producía haces de deuterones y partículas alfas con energías mayores a la de los ciclotrones de esa época, pero a fines de los 60's, como fue mencionado, se había vuelto obsoleta por ser una máquina de energía fija. .

Mirado retrospectivamente y teniendo en cuenta la situación especialmente complicada del país en aquel segundo semestre de 1975, discutir un proyecto de esa magnitud parece fuera de lugar. Un registro informal de lo que se dijo en esa reunión revela muchas dudas y reservas expresadas por los participantes, no obstante lo cual finalmente se decidió elaborar un estudio de factibilidad como una cuestión de apostar a la supervivencia de la física nuclear experimental en la Argentina..

Bajo el título "Estudio para la Instalación de un Acelerador Electrostático" el documento se terminó en abril de 1976, fue presentado a la Gerencia de Investigación (a cargo de Rómulo Cabrini) en nota del 2 de junio pidiendo su remisión posterior al Director de I&D (Hugo Erramuspe) y al Presidente de CNEA (Castro Madero) con un fuerte alegato sobre su importancia y justificación.

Se sucedieron algunas semanas de intensas gestiones de "lobby" y relaciones públicas orientadas a convencer a las otras áreas de CNEA que la iniciativa tenía proyección nacional y que sería beneficiosa para la institución en su conjunto. Debe tenerse en cuenta que entonces la CNEA tenía la responsabilidad de las Centrales Nucleares (hoy a cargo de NA-SA) y que por lo tanto la actividad de los físicos era vista como algo menor que no merecía la atención que requerían las Centrales, las

fábricas de elementos combustibles, y los otros grandes proyectos como agua pesada, reprocesamiento, etc. Pero, por otro lado, ayudaban el sólido prestigio del grupo de física teórica y la renovada actividad en el laboratorio del Sincrociclotrón a la que hicimos referencia más arriba.

El proyecto, para sorpresa de la mayoría, fue aprobado un par de meses después. Esto, naturalmente, desencadenó una intensa actividad en el Departamento (que para entonces incluía también a los físicos de "estado sólido"). A pesar de que no éramos especialistas en gerenciar proyectos de envergadura nos organizamos bien. Emma Pérez Ferreira asumió la dirección del proyecto secundada por Edgardo Ventura, Norberto Fazzini, Ernesto Maqueda, Ricardo Requejo, Alberto Ceballos, Alberto Filevich y muchos otros. Cuando Emma viajaba yo la reemplazaba y viceversa, ella se ocupaba del Departamento. Peter Thieberger (entonces jefe del Tandem de Brookhaven) se había convertido en uno de los máximos especialistas mundiales en materia de aceleradores electrostáticos y nos ayudó mucho con las decisiones técnicas más comprometidas. Una enorme cantidad de detalles técnicos fueron revisados y definidos. Todos trabajábamos con enorme entusiasmo y cierto orgullo de que el proyecto avanzara sorteando obstáculos de todo tipo incluyendo la gestión de una excepción en el Banco Central, en 1977, para comprar la máquina al contado, o buscar desesperadamente un lugar para la instalación del nuevo acelerador que no fuera vetada por la Fuerza Aérea por estar cerca de un aeropuerto (el edificio del acelerador llegaba a 70 m de altura). A principios de 1979 ¡todavía no teníamos un lugar donde construir el laboratorio e instalar el acelerador! Castro Madero gestionó y obtuvo la aprobación presidencial para que el

INTI cediera 4 hectáreas contiguas al Centro Atómico Constituyentes. Esto fue una gran noticia. Sólo había que implementarla. Hacía falta una agrimensura que definiera los límites de esas 4 Ha. En febrero de 1979 fuimos con Narem Bali al INTI provistos de una gran cinta métrica después del horario de trabajo habitual y, con la excusa de ir a inspeccionar unos calentadores solares que CNEA tenía allí, tomamos las medidas necesarias para elaborar esa misma noche un plano de la superficie libre que el INTI cedería para instalar el acelerador. Ese plano pasó a ser anexo del decreto de cesión.

En diciembre de 1979 se realizó una ceremonia en ese terreno para dar por inauguradas las obras del TANDAR. Poco antes, Jorge Martínez Favini, el apreciado gerente de Asuntos Jurídicos, que tenía gran sensibilidad cultural, sugirió que en la ocasión se descubriera una obra de arte de un artista argentino y me recomendó a Enio Iommi. Teníamos muy poco tiempo. El sábado siguiente visité a este célebre escultor en su taller de Palomar, le expliqué lo que queríamos y le dije que la pieza a adquirir tenía que cumplir con dos condiciones, que tuviera un cierto tamaño y robustez apropiados para estar a la intemperie y que ya estuviera hecha pues no había tiempo para hacer una nueva. Me mostró la que hoy está en el TANDAR (lamentablemente en un rincón inapropiado), le pregunté cuanto costaba y a los pocos días estaba en la CNEA. Iommi quedó muy agradecido y gracias a él, que me invitó a varias exposiciones, conocí un poco el mundo artístico argentino.

La ceremonia coincidió felizmente con el 25 aniversario de la primera irradiación hecha con el *Sincro* en diciembre de 1954 lo que fue celebrado con un seminario y exhibiciones de trabajos y fotos y

dio lugar a la publicación "25 años" (Mariscotti, 1979).

Los años 1980 y 1981 fueron intensos en hechos inéditos y auspiciosos. El sábado 30 de agosto de 1980 se colocó el cabezal del tanque, el mayor tanque de presión construido en la Argentina, de 36 m de altura, 7,6 m de diámetro y 4 cm de espesor que fue hecho por IMPSA. En octubre se concluyeron las pruebas de presión (10 atm) y de aceptación de este tanque. También en octubre se comenzaron las dos torres (la principal que contiene al acelerador y la de servicios que tiene los ascensores y escalera). El hormigonado de cada una de estas torres se completó en menos de un mes utilizando encofrado deslizante que se elevaba 15 cm/hora, día y noche sin detenerse. En 1981 se montó la columna aceleradora y se realizaron las primeras pruebas. Finalmente en noviembre de 1984 se obtuvo el primer haz.

El proyecto TANDAR fue una linda y fructífera experiencia llevada a cabo por un grupo de personas entusiastas y muy motivadas que actuaron en un excelente clima de armonía total y coherencia. El proyecto resultó exitoso y así fue reconocido por los especialistas en grandes obras y proyectos de otras áreas de la CNEA que no confiaban mucho en la capacidad del Departamento de Física de gerenciar una iniciativa de esta magnitud. El arranque fue un acto de fe que puede ser juzgado aventurado por las condiciones del país en su momento, pero rindió frutos. Una vez que el proyecto comenzó a avanzar el escepticismo inicial de otros sectores científicos se convirtió en críticas (por considerar que debieron priorizarse otras áreas). Pero esto no quita mérito al hecho de tener anhelos y la voluntad y persistencia de hacerlos realidad. Por supuesto el hecho de pertenecer a una institución que conta-

ba con un presupuesto dos órdenes de magnitud superior a lo requerido por el proyecto, fue decisivo. Fue un privilegio para mí tener la oportunidad de ayudar a que este proyecto se convierta en realidad.

## ■ 10. RESPONSABILIDADES INSTITUCIONALES

La primera experiencia administrativa en el ámbito científico fue la malograda dirección del Departamento de Física de la UBA en 1973 que ya he mencionado. La segunda fue la jefatura del Departamento de Física Nuclear de la CNEA (que a partir de 1976 se convirtió en el Departamento de Física acogiendo a todos los "solidistas") desde 1975 a 1982, que también he mencionado con especial relación al Proyecto TANDAR que marcó ese período de mi vida. Pero algunas otras cosas me gusta recordar de ese período. Una es la actividad que se continuó en el laboratorio del *Sincro* en paralelo con el TANDAR y el lindo grupo que se formó entonces con la incorporación de quienes mencioné más arriba. Éramos los "nuevos" y a la hora de elegir jefe en 1975 (que como mencioné terminó en un empate que se resolvió con un sorteo) sospecho que los "viejos" me miraban con recelo. Pero creo que esto fue pronto superado. La incorporación de los solidistas en el Departamento suscitó fricciones vinculadas con la categorización de éstos en relación a los "nucleares". Nos aventuramos en hacer una evaluación de todos nosotros. Emma Perez Ferreira, Daniel Bes y Walter Scheuer (los decanos del Departamento) aceptaron el desafío de establecer criterios para medir méritos y asignar puntajes. Creo que no nos fue mal. También se comenzaron a editar Informes de Avance anuales en castellano y en inglés como una cuestión de responsabilidad de dar cuenta del uso de los recursos del Departamento. Re-

cuperamos un sótano bajo la biblioteca que convertimos en aula de seminarios y organizamos seminarios "abiertos" invitando a profesionales de otras áreas de la CNEA (creo que ayudó mucho a la relaciones públicas intra-institucionales que nos benefició cuando llegó el momento de conseguir apoyos para el TANDAR) y también de afuera.

Hasta aquí los buenos recuerdos, pero el período al que me estoy refiriendo está empañado por la tristeza que produce la tragedia de los compañeros desaparecidos. Jorge Gorfinkiel estaba haciendo su tesis conmigo. Roberto Ardito era uno de los ingenieros del grupo de electrónica que atendía el *Sincro*. Antonio Missetich no era de nuestro grupo pero tenía amistad de años con él, estuvimos juntos en EEUU y vino a casa en 1968.

El 24 de marzo de 1976 nos recibieron soldados en la entrada de la sede central de CNEA. Preguntaban el nombre y a algunos dejaban pasar, a otros los enviaban al salón de actos. Pérez Ferreira y otros fueron a parar al salón de actos. No sabíamos si ir al salón de actos era bueno o malo pero lo supimos pronto. A Hugo Sofía erróneamente lo dejaron pasar. Al rato vinieron dos soldados al Departamento a buscarlo. Intenté detenerlos. Se lo llevaron al salón de actos encañonado. Entonces fui a la oficina del Gerente de Investigación (mi jefe) a informar sobre lo sucedido. Por supuesto Cabrini no estaba pero estaba un marino, egresado del Balseiro al que afortunadamente conocía. Le expliqué lo que pasaba, allí me enteré que Castro Madero estaba ocupando la presidencia. Me dijo que lo iría a ver inmediatamente. Gracias a esa intervención todos los que estaban en el salón de actos fueron liberados. Después se supo que las detenciones habían sido ordenadas por el Capitán Chamorro,

jefe del ESMA sin conocimiento de Castro Madero que enseguida intervino. Muchos colegas mantienen una opinión crítica de Castro Madero por haber sido parte del gobierno de esos años, opinión que yo no comparto pues me consta el esfuerzo que él hizo para aliviar la terrible situación que todos sufrimos en ese período.

Poco tiempo después Moni Behar, Norah Cohan y Enrique Frank, tres científicos que trabajaban en el departamento de Física como miembros de la Carrera del Investigador del CONICET fueron abruptamente dejados cesantes sin que se diera razón alguna. Esto suponía la interrupción de proyectos que éstos llevaban a cabo, además de la evidente injusticia de un procedimiento totalmente arbitrario. Para permitir la continuidad de estos investigadores en el departamento decidí recurrir a fundaciones privadas en busca de fondos para pagar los sueldos de ellos por un año. Como las notas estarían suscriptas por mí como jefe de un departamento de CNEA, pedí autorización a Castro Madero quien me la concedió sin titubear. Escribí a varias fundaciones exponiendo el caso y obtuve respuestas favorables de Alpargatas, Esso, Odol y Sauberán. Lo único que me pidieron fue que modificara el texto de la solicitud diciendo que éstos serían destinados a continuar proyectos de investigación y suprimiera la referencia al hecho de que solventarían sueldos de investigadores dejados cesantes por el CONICET. Fue una ayuda inestimable que evitó la interrupción de valiosos trabajos.

En esos años, desde 1976 hasta 1984, en paralelo con los trabajos de investigación en el *Sincro*, la jefatura del Departamento y la atención del proyecto TANDAR, ocupé noches y fines de semana en la investigación del caso Huemul y en

la redacción del libro "El Secreto Atómico..." (Mariscotti, 1984). La investigación histórica, realizada en la Argentina, Europa y EEUU, fue más bien divertida, pero escribir no lo fue. Recuerdo que me sentaba con mi pequeña Olivetti, página en blanco, después de cenar, con un montón de documentos a mi lado, y enfrentaba el desafío de arrancar con el primer párrafo de la noche. A eso de las 2 de la mañana ya estaba embalado y los párrafos salían uno detrás del otro pero entonces tenía que suspender para dormir un poco. También en 1984 hicimos un programa de televisión sobre la historia de Huemul que alcanzó insospechada *rating*.

La siguiente responsabilidad institucional la inicié en 1984. En enero, el Ing. Alberto Costantini fue designado titular de la CNEA por el presidente Alfonsín. Pérez Ferreira y el recordado Jorge Kittl fueron sus primeros asesores y ellos sugirieron a Costantini que me nombrara Director de Investigación y Desarrollo. Otro privilegio por el que estoy agradecido. Esta Dirección contaba con unos 200 grupos de I&D distribuidos en 5 centros atómicos (sede central, Constituyentes, Ezeiza, Bariloche y Pilcaniyeu), tenía un presupuesto de unos 50 millones de dólares, tenía bajo su responsabilidad áreas tecnológicas de la importancia de la fabricación de elementos combustibles nucleares, la producción de plutonio y el enriquecimiento de uranio. Fue mi bautismo en materia de tecnología. Una tarea maravillosa con desafíos múltiples. La planta de Pilcaniyeu estaba gerenciada por INVAP de modo que también pude conocer íntimamente a este singular emprendimiento que inició Conrado Varotto y que ha sido tan importante para el país. Confieso que la primera visita que hice a Pilca (entonces una planta secreta) me conmovió. Unos meses antes en enero de 1984 (aún

no era Director) Varotto me invitó a una reunión con el agregado científico de la Embajada de EEUU. Esta persona estaba realmente ansiosa por tener acceso a la Planta y lograr que EE.UU. tuviera control de ella. Discutimos por unas dos horas. Al final yo dije que podríamos negociar ese acceso a cambio de las Malvinas o de la deuda externa. Lo dije en chiste pues no estaba en mí poder realizar ese tipo de propuesta, pero fue para nosotros sorprendente que el agregado científico dijo que lo habían considerado... Nunca antes pensé que la tecnología podía valer tanto!

En 1985 el premio Nobel Abdus Salam, creador y director del Centro Internacional de Física Teórica en Trieste, visitó Argentina. Me tocó actuar de anfitrión. Salam tenía el propósito de visitar el Centro Atómico Bariloche y la planta de uranio enriquecido en Pilcaniyeu como gesto de buena voluntad para demostrar al mundo que la Argentina no tenía intenciones bélicas al construir esa planta. Esto último representaba una doble dificultad. 1) existía una resolución de cancillería que impedía visitas a la planta; 2) Salam era de nacionalidad pakistaní y su visita coincidía con la de una comitiva de físicos nucleares indios. Recuerdo algunos hechos de ese viaje. El primero, llegar a la sala VIP del aeropuerto para ser acompañados por azafatas hasta el avión. Una vez acomodados en nuestros asientos me encuentro con un amigo cordobés. Le pregunto: "¿Vas a Bariloche?" – "No, este avión va a Córdoba". Gran corrida. El pobre Salam no podía moverse rápido para bajar del avión y correr hasta el avión que iba a Bariloche que agarramos a punto de salir. Que embarazoso hubiera sido aterrizar en Córdoba! Yo anfitrión responsable, ¿cómo podría haberme excusado? Moraleja: ojo con los tratamientos VIP que a uno

lo llevan de un lugar a otro y uno confía dejándose llevar...

El segundo tema fue explicarle a Salam del modo más diplomático posible que no podíamos llevarlo a la planta de Pilcaniyeu pero que en su lugar le mostraríamos mediante diapositivas toda la información que él deseara conocer. A mí se me hizo particularmente difícil por la intervención de un colega que en forma inoportuna y provocativa se adelantó, durante el almuerzo, a prevenirle a Salam que no lo llevaríamos a Pilcaniyeu. Fue muy molesto.

El tercer hecho, agradable, fue que de vuelta en Buenos Aires me pidió especialmente ir a visitar a Le-loir, *"el único premio Nobel de ciencia que vive y que hizo su trabajo en un país del tercer mundo"* según me dijo Salam. La visita se hizo y fue muy linda.

Otro desafío que debí enfrentar en 1986 fue encabezar una comisión de la CNEA que visitó Yugoslavia con el propósito de ofrecer tecnología nuclear no sensitiva. En particular recuerdo una reunión con el primer ministro en Eslovenia y colaboradores que estaban muy interesados en contar con asistencia argentina en el tema de enriquecimiento de uranio, una tecnología sensitiva cuya transferencia está limitada en el marco de los acuerdos con la OIEA.

Ejercer la Dirección de I&D de CNEA fue una experiencia enriquecedora, desde lo científico, tecnológico, administrativo (con reservas) y político (pienso en las interacciones con el Embajador de EE.UU. y otros funcionarios) que llevamos a cabo en equipo con Cabrini (como gerente de Investigación), Roberto Cirimello (gerente de Desarrollo), Juan Carlos Almagro (gerente de Procesos Químicos), Edgardo Bisogni prime-

ro y Arturo López Dávalos después (Centro Atómico Bariloche) y Eduardo Santos (Pilcaniyeu).

Las reservas en cuanto a lo administrativo tiene dos capítulos. Uno, el hecho de que el Gobierno en esos años aprobaba el presupuesto a fin de año cumplido. Entonces el presupuesto con que contábamos era el de "prórroga", es decir los mismos números que el año anterior. Con una inflación de 1000% como tuvimos en 1984, el presupuesto servía sólo para un mes de operaciones! El otro tema que se convirtió en una cruzada para mí fue lograr que los directores, los gerentes y los jefes de departamento gozaran de facultades para poder decidir los gastos que correspondieran a sus respectivas responsabilidades y presupuestos y así eliminar expedientes largos e inútiles. Esta campaña fue muy trabajosa, en un momento logré la aprobación del Presidente, pero más tarde el Tribunal de Cuentas la objetó y se volvió atrás. Cuando Emma Pérez Ferreira fue designada Presidente en reemplazo de Costantini, pensé que se podría retomar la campaña pero no fue posible. Esto, y algunos malentendidos desafortunados me decidieron a dejar el cargo y, con mucha tristeza, la CNEA en mayo de 1988.

## ■ 11. LA VIDA FUERA DEL CONVENTO

Entre junio de 1988 y mayo de 1992 tuve un conchabo en TECSEL S.A., una empresa proveedora de ENTEL, como gerente de tecnología. Ayudé, mediante un contrato con INTEMA de la Universidad de Mar del Plata cuyo director era el Dr. Roberto Williams a impulsar el desarrollo de una resina que entonces se importaba. También dirigí un proyecto de comunicaciones satelitales que contó con la colaboración de los especialistas José Bravo y Máximo Lema y que obtuvo la licencia

para la transmisión de voz y datos mediante un decreto del presidente Alfonsín al filo de su renuncia en 1989.

A pesar de estos resultados me pesaba mucho el haber dejado lo mío, la física nuclear después de tantos años. Sentía que había colgado los hábitos alejándome del "convento", es decir, de la dedicación exclusiva a la vida académica. Como consuelo volví a la Facultad en Núñez, con dedicación parcial, para dictar el curso de Física Nuclear. También en 1986 había sido incorporado a la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales adonde continuaba asistiendo a las reuniones plenarias todos los meses.

En 1989 uno de los capataces de TECSEL que se ocupaba de las obras de zanjeo para la colocación de líneas telefónicas se acercó para preguntarme si podía haber algún modo de averiguar si un subcontratista había "metido la mula". Estaban haciendo el tendido de cables bajo la vía de tren en la estación Adrogué por lo que en vez de una zanja habían hecho un túnel. El capataz sospechaba que el subcontratista a cargo de cubrir con hormigón los caños de PVC a lo largo del túnel sólo lo había hecho en las puntas. Pensé que se podía desplazar una fuente radioactiva por uno de los caños bajo tierra y medir la radiación transmitida a la superficie. El túnel y los caños estaban a 2,50 m de profundidad. Cálculos sencillos indicaban que sólo unos 10-15 cm de hormigón atenuarían la radiación de una fuente de cobalto unas 100 veces. Por lo tanto se trataba de una operación relativamente simple que debería dar resultados muy claros y concluyentes. Me puse en contacto con mis conocidos de la Dirección de Radioisótopos y Radiaciones de CNEA para pedir una fuente de cobalto de 50 Ci. Nunca había hecho

un trabajo aplicado en física nuclear e imaginaba que una fuente así sería algo fácil de conseguir. No lo fue (y no lo es). Luego de buscar y buscar conseguí que Roberto Clede de la empresa IDECOM (que había hecho la inspección de las soldaduras del tanque del TANDAR) me facilitara una fuente de Iridio de 25 Ci, un operador habilitado y un par de contadores Geiger Muller. El poder de penetración del Ir es mucho menor que el de Co. La prueba se hizo pero el número de cuentas *por minuto* era del orden de sólo 15 mientras que el fondo ¡era 10! Volví a la oficina desmoralizado por el aparente fracaso. Sin embargo luego de analizar los datos con cuidado, calcular errores, sacar promedios llegué a la conclusión de que efectivamente se habían hormigonado sólo los primeros 3 m desde el acceso. El subcontratista amenazó con hacerme un juicio por difamación cuando presenté los resultados pero finalmente abrieron el túnel y se comprobó que las mediciones habían llevado a la conclusión correcta. Me gustó hacer un informe; fue volver a escribir un *paper* de física nuclear. La nostalgia y cierta apreciación de que en el campo del hormigón armado los rayos gamma se usaban poco me condujeron a pensar en desarrollar lo que luego se denominó la Tomografía de Hormigón Armado. Tenía un poquito de dinero y ofrecí a Willy Dussel, que entonces era Director del Departamento de Física de la Facultad, invertir ese dinero en la recuperación del viejo laboratorio de nuclear (donde habíamos trabajado 25 años antes con Jech, Ligatto, Eduardo Ansaldo y Marta Pérez). Conseguimos una vieja fuente de Co de 0,2 Ci que estaba abandonada en la Facultad de Ingeniería en Paseo Colón e hicimos varios trabajos de tesis de licenciatura; Daniel Collico (radiación natural e inducida en perfilajes geofísicos, 1991), Adrián Tichno (tomógrafo de efecto Compton, 1992), Silvina

Sinkec (producción de elementos transplutónicos, 1994), Víctor Fierro (sistema gammamétrico para estudio de hormigón armado, 1996), y varias publicaciones (Ansaldo, 1993; Collico, 1995; Tarela, 1994).

En 1992 fundamos THASA (Tomografía de Hormigón Armado S.A.) para brindar servicios en el sector de la ingeniería civil y suplir la necesidad de conocer con precisión los diámetros y posiciones de las armaduras en una estructura para poder evaluar su capacidad de carga. En esta aplicación la THA es única entre las técnicas no destructivas que existen actualmente. THASA ha llevado a cabo con éxito centenares de contratos de servicios y determinaciones en miles de elementos estructurales, principalmente en Argentina, pero también en Europa, EEUU, Reino Unido, Brasil, Chile y Uruguay y ha obtenido varias patentes y un premio muy valorado en el *Silicon Valley*.

Entre 1992 y 1996 colaboré en organizar y conducir la Fundación del Premio Nacional de la Calidad para el sector privado. Fue una sorpresa ser invitado a hacer esta tarea. Quien tuvo la iniciativa, Oscar Imbellone, había entrevistado al Director del *Baldrige Quality Award* en Washington y éste (químico nuclear) le había dicho que para organizar un premio de este tipo era esencial el rigor científico y le aconsejaba ¡que buscara a un científico nuclear! Hacía poco que había dejado TECSEL y estaba a la búsqueda de medios de subsistencia de modo que acepté. Fue un mundo nuevo y como tal una nueva experiencia enriquecedora.

Entre 1994 y 1998 ejercí la presidencia de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. En 1995 se creó una comisión conducida por Alejandro Arvía e integrada, además por Daniel. Bes,

Alberto Pignotti, Rosendo Pascual, Carlos Segovia Fernández y Andrés Stoppani, que elaboró un documento sobre Política Científica el cual fue comentado en una editorial de uno de los principales diarios. Siendo presidente fui invitado por el Embajador Carlos Muñiz, fundador y presidente del Consejo Argentino de Relaciones Internacionales a asistir a una reunión en Oxford con empresarios y parlamentarios argentinos, británicos y malvinenses para discutir la cuestión Malvinas. Además está decir que fue un encuentro muy interesante. Nos alojamos en uno de los *colleges* y allí comíamos. El comedor era como el de un monasterio, mesas y banco largos. En una de las comidas se sentó a mi lado el senador Eduardo Menem quien el día anterior me había impresionado (muy bien) con el discurso que hizo en la reunión inaugural. Me preguntó sobre la situación de CyT en la Argentina y yo le di mi franca opinión en el sentido que había mucho por hacer y respetuosa pero firmemente le dije que la conducción no era idónea. Creo que tanto el trabajo sobre Política Científica de la Academia como este intercambio con Menem tuvieron alguna influencia en los cambios que se sucedieron en el sector el año siguiente.

## ■ 12. SECYT, CONICET, AGENCIA

A mediados de 1996 Jorge Rodríguez dejó el Ministerio de Educación para pasar a ser el Jefe de Gabinete y Susana Decibe lo sucedió en el Ministerio. Decibe designó a Juan Carlos Del Bello secretario de Ciencia y Tecnología y Del Bello me pidió a mí que lo secundara como Jefe de Asesores. Unos 20 científicos, economistas y tecnólogos fueron convocados a una reunión que tuvo lugar el 19 de julio en la Academia Nacional de Ciencias Exactas y Naturales. Se discutió la forma de abordar los siguientes temas: objetivos y

organización de los organismos de CyT; reglas de juego para asegurar la calidad; modos de lograr estabilidad con mejora continua; modos de asegurar una transición hacia el estado deseado cuidando los recursos existentes. Como resultado de esta primera consulta se formaron 6 comisiones de trabajo involucrando a un centenar de personas. La tarea fue intensa, incluyó un seminario internacional en el Hotel de las Américas, y se pudo concluir en septiembre de 1996, a tiempo para encarar, tomando en cuenta las recomendaciones de estas comisiones, la reorganización del CONICET que había sido dispuesta en el decreto 660 de julio de 1996 con un plazo de 90 días. Un problema manifiesto de aquellos años era que sólo el 1-2% del presupuesto del CONICET era destinado a subsidios a la investigación y que éstos por ser tan limitados en general no alcanzaban a investigadores que no fueran miembros de la carrera. Discutimos mucho como resolver el problema y se llegó a la decisión de crear la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. Se elaboraron dos decretos. El 1660 que creó la Agencia como ente descentralizado impedido de crear institutos y tener investigadores propios, es decir, exclusivamente dedicada a subvencionar la investigación pura y aplicada. El decreto siguiente 1661 establecía normas para el CONICET. Tengo en mi archivo 19 versiones sucesivas de este decreto. Día a día Del Bello y yo discutíamos una y nos llevábamos a casa la tarea de pensar y corregir para discutir nuevamente al día siguiente una nueva versión. Aparte de definir funciones y normas para asegurar la calidad de todos los procedimientos, una de las propuestas salientes (y más controversiales) fue que el Directorio incluyera representantes de la industria, del agro, de las universidades y de las provincias y que la mitad del directorio fueran investigadores ele-

gidos por los miembros de la carrera. Otra interesante iniciativa en que me tocó intervenir fue la creación del Gabinete de CyT (GACTEC), la cual lamentablemente terminó malográndose.

Para mí fue otra gran experiencia que valoro y un privilegio haber podido colaborar en esta tarea que, a pesar de las resistencias que generó me parece que a la larga fue positiva. La verdad es que también se me hizo duro recibir las reacciones de buena parte de la comunidad del CONICET y por extensión, de la Academia que aún presidía. Durante 1997 aparecía cada 15 días un pasquín con infamias de todo tipo. Al principio me costó mucho, luego me fui acostumbrando pero no dejó de producirme mucha tristeza. Una investigadora escribió una carta muy dura al presidente Menem atacando a Del Bello y a mí, que llegó a mis manos. Sin decirle que esto había ocurrido la invité a conversar para explicarle las razones que había detrás de estas reformas y pedirle que nos ayudara a enmendar errores que ella advirtiera. Recuerdo con pena la imposibilidad de establecer un mínimo diálogo.

Guardo un especial afecto por Del Bello. Sin ser amigos (sólo conocidos del FOMEC), y sin pertenecer a su grupo político, él me convocó para afrontar este verdadero desafío que fue la mejora del sistema de CyT. Trabajar con él, una persona con iniciativa y decisión, respetuoso de las ideas ajenas y cuidadoso de no hacer discriminaciones ideológicas a la hora de convocar gente para colaborar, que en todo momento tuvo gran consideración hacia mí, ha sido un placer y estoy agradecido por ello. También fue muy agradable trabajar con Susana Decibe y participar de sus reuniones de gabinete.

Al crearse la Agencia se transfirió

a ésta el manejo de la Ley 23877 de Innovación Tecnológica y del FONTAR que había sido creado en 1994 en el Ministerio de Economía por Juan José Llach y Del Bello. Estos dos instrumentos se alinearon para promover la innovación en el sector privado. Además se creó el FONCYT para otorgar subsidios a la investigación científica. Esto dio lugar a un incremento sustantivo de los fondos destinados a este fin (más de 10 veces) y se iniciaron los concursos PICT donde al grupo responsable de un proyecto se le otorgaba los fondos que pedía y como contrapartida se le exigía los resultados comprometidos.

Fui designado presidente de la Agencia en la primera reunión del Directorio en mayo de 1997. Tengo un especial reconocimiento a Francisco De la Cruz por haber aceptado colaborar con la organización del FONCYT. Él diseñó, con la ayuda de Alfredo Caro, el sistema de evaluación del FONCYT basado en la consulta a pares (en lugar de comisiones asesoras). El trabajo con el Directorio fue siempre muy armónico y productivo. Juan Dellacha y Rebecca Guber también fueron de gran ayuda en esos años. Carlos Marschoff y luego Mario Parisi ejercieron la dirección del FONCYT y Marta Borda del FONTAR. Teresa Boselli fue una inestimable ayuda en sacar adelante las actas del Directorio, las resoluciones, y los instrumentos de comunicación.

Dejé la Agencia con el cambio de gobierno en diciembre de 1999. No fue muy feliz el pase de mando con mi sucesor a quien vi muy alejado de los valores de la Agencia y más bien interesado en su uso político.

Entre 2000 y 2001 fui miembro del Directorio del INTI y entre 2000 y 2007 del Directorio de la Comisión

de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC). Le debo a José Antonio Bordón, que entonces era el Director General de Escuelas, este nombramiento. Con el Directorio intentamos persuadirlo de que un pequeñísimo porcentaje del presupuesto de Educación de la provincia podría dar lugar a un incremento de un orden de magnitud (10 veces) del presupuesto destinado a la CIC y hacer realmente una diferencia notable en la actividad de ciencia, tecnología e innovación en la provincia. Bordón se entusiasmó con esta posibilidad y la anunció públicamente en un acto que tuvo lugar en el salón de actos del Banco de la Provincia. Lamentablemente la burocracia volvió a ganar la batalla y esta interesante posibilidad se frustró.

En el 2004 fui invitado a integrar el Consejo Académico del Instituto Tecnológico Buenos Aires (ITBA), el cual veo con gusto crecer en la actividad de I&D y en el número de profesores con dedicación exclusiva y doctorandos.

En 2005 junto con De la Cruz propusimos al Ministro Roberto Lavagna la creación de la Fundación Argentina de Nanotecnología. La idea se sustentaba en una singular oferta de Lucent de dar acceso a la Argentina a su fábrica de circuitos integrados y tenía como objetivo promover la actividad industrial en esta novedosa rama tecnológica. Esto se debió al reconocimiento que Lucent tenía por el Laboratorio de Bajas Temperaturas que De la Cruz dirigió por muchos años y que dio lugar a un número de excelentes doctorados varios de los cuales terminaron en Lucent haciendo un papel distinguido. Esta iniciativa fue malentendida y atacada por la comunidad científica y terminó como un suplemento de la Agencia.

En la actualidad continúo realizando actividades en la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, en el ITBA, en el CARI y principalmente en THASA.

Agradezco a mis padres y hermanos con quienes pasé la primera parte de mi vida. A Amalia que me ha acompañado siempre y alentado sin reparos y me ha ayudado de un modo intangible pero poderoso a progresar en mi carrera. A mis profesores comenzando por la escuela primaria, el Liceo y luego la Facultad, a los colegas del exterior con quien he colaborado y pasado momentos muy lindos en la actividad de investigación, a los compañeros y discípulos de la CNEA especialmente del TANDAR, a los socios de THASA, a los colaboradores de la SECYT y la Agencia y a muchos más.

Por último un recuerdo a mis hijos y a mis nietos, permanente fuente de felicidad.

## ■ BIBLIOGRAFIA

Ansaldi A. y col., (1993) *The Application of Gammametry to the Study of Reinforced Concrete*, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research **B73**, 531.

Collico D.L. y col. (1995) *Elemental Analysis of a Concrete Sample by Capture Gamma-Rays with a Radioisotope Neutron Source*. Nucl. Instr. & Meth in Phys. Res. **B95**, 379.

Mallmann C.A. (1959), *Systems of Levels in Even-Even Nuclei*, Phys. Rev. Lett. **2**, 507.

Mariscotti M.A.J. (1967) *A Method for Automatic Identification of Peaks in the Presence of Background and its Application to Spectrum Analysis*. Nuclear Ins-

truments and Methods **50**, 189.

Mariscotti M.A.J y col. (1969) *Phenomenological Analysis of Ground State Bands in Even-Even Nuclei*. Physical Review **178**, 1864.

Mariscotti M.A.J. (1970) *Rotational Description of States in Closed and Near Closed-Shell Nuclei*. Physical Review Letters **24**, 1242.

Mariscotti M.A.J. editor (1979), *Veinticinco Años - Actas de las Jornadas Conmemorativas de los 25 Años del Síncrociclotrón y del Comienzo de las Obras para el Emplazamiento del Acelerador TANDAR*, Impreso CNEA, 154 páginas, 1981.

Mariscotti M.A.J. (1984), *El Secreto Atómico de Huemul (Crónica del origen de la energía atómica en la Argentina)*, Ed. Sudamericana-Planeta (Buenos Aires), primera edición 1984, segunda edición 1987, tercera edición 1996, cuarta edición 2004, 286 páginas.

Mariscotti M.A.J. (1996) *Bases para la Discusión de una Política de Ciencia y Tecnología*, Coordinación General, Publicación de la Secretaría de Ciencia y Tecnología, 1996

Scharf Goldhaber, G. y Goldhaber A. (1970), *Extension of the variable moment of inertia model toward magic nuclei*. Phys. Rev. Lett. **24**, 1439.

Tarela P.A. y col. (1994) *Method for Measuring Low Activity Extensive Samples*, Nucl Instr.& Meth in Phys. Res. **B94**, 511.

Thieberger P. (1970) *Classical Analogue of the VMI Formulae for*

*Rotational States in Even Nuclei.*  
Phys. Rev. Letters **25**, 1664-  
1666.

■ **NOTAS**

1 En esta reunión participaron Daniel Bes, Alberto Ceballos, Alberto Filevich, Mario Mariscotti,

Emma Pérez Ferreira, Ricardo Requejo, Julio Rossi y Edgardo Ventura.

El artículo 41 de la Constitución Nacional expresa:

---

Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano, y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes, sin comprometer las de las generaciones futuras.

---

Para ello, trabajamos en el Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental (3iA) en docencia, investigación y desarrollo tecnológico.

**3iA**



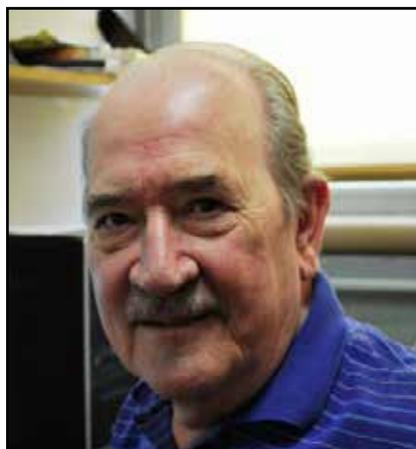
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
SAN MARTÍN



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN E INGENIERÍA AMBIENTAL  
www.unsam.edu.ar

## Roberto A. Rossi

por Alicia B. Peñeñory



Es un gran honor para mí escribir esta semblanza sobre el Profesor Roberto A. Rossi, a quien admiro profundamente por su capacidad extraordinaria de trabajo, liderazgo académico, dedicación y entrega absoluta a la docencia e investigación en el ámbito de la Universidad Pública.

Conocí a Roberto en el último año de la carrera de Licenciatura en Química en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Córdoba (FCQ-UNC), cuando me inscribí en el curso de Química Teórica que dictaba. En este curso nos enseñó sobre la teoría de Hückel y cómo usar esta herramienta para interpretar aspectos mecánicos de los sistemas experimentales, tópico en el que fue pionero en el Departamento de Química Orgánica, corría el año 1979. Al finalizar el curso me invitó a participar como ayudante alumno y luego incorporarme como estudiante de doctorado a su grupo de investigación. Fue una época de crecimiento y afianzamiento de su grupo en el área de la Físicoquímica Orgánica, que con el tiempo llegaría a ser reconocido internacionalmente. Ya habían finalizado sus tesis Antonio López, quien se desempeñaba como docente en la Universidad Tecnológica Regional Córdoba, y Adriana B. Pierini, quien mientras se preparaba para su estadía posdoctoral en USA

con el Profesor Michael Dewar, me guió en mis primeros pasos en el laboratorio. En el año 1981, ingresamos con Ana Santiago como tesis y compartimos el mismo laboratorio con otros estudiantes de doctorado, Rubén Alonso y Sara Palacios. Posteriormente se incorporaron Esteban Bornancini y hasta la fecha, Roberto ha supervisado 20 tesis de doctorado y ha sido asesor de estudiantes posdoctorales de otras universidades y de investigadores de CONICET. Algunos de sus antiguos estudiantes permanecemos en la Facultad como profesores. Otros se han convertido en profesores en diferentes universidades argentinas o en Centros de Investigación Aplicada en todo el país y en el extranjero.

Recuerdo muchas anécdotas de mi etapa como tesista en el grupo. Al poco tiempo de comenzar mi tesis, nos asignaron un laboratorio más grande, con dos campanas, que nos tocó organizar y adecuar. Eran épocas difíciles, con subsidios justos

y todo se hacía en conjunto y con mucho esfuerzo. A veces Roberto aparecía en el laboratorio, se ponía el delantal y comenzaba a destilar amoníaco líquido para “probar una nueva reacción”. Muchas de esas “pruebas” eran el inicio de algún tema nuevo que luego seguía alguno de sus tesis. Fue sin duda la etapa en donde profundizó los alcances del mecanismo de Sustitución Radical nucleofílica Unimolecular, ( $S_{RN}1$ ), tema de investigación que inició en Córdoba a su regreso de la estadía posdoctoral bajo la dirección del profesor Joseph F. Bunnett en la Universidad de California en Santa Cruz, EE.UU. (UCSC).

Poco antes de su llegada al laboratorio del profesor Bunnett, Bunnett y Kim habían descubierto que además de los mecanismos para la sustitución de haluros aromáticos hasta entonces conocidos, era posible otra vía para la sustitución. Esta ruta no implica el movimiento de pares de electrones (reacciones polares), sino el desplazamiento de los electrones en forma individual (uno por vez); en otras palabras, la sustitución aromática por transferencia de electrones. Esto significaba que la vía mecanística, propuesta independientemente por Kornblum y Russel en 1966 para la sustitución nucleofílica de haluros alifáticos activados por grupos aceptores de electrones en el carbono- $\alpha$ , también se podría

aplicar a la sustitución de haluros aromáticos no activados.

En esta etapa, demostró que el mecanismo, llamado  $S_{RN}1$  (Sustitución Radical nucleofílica unimolecular) por Bunnett, podría iniciarse no sólo por electrones solvatados a partir de metales alcalinos, como era conocido hasta entonces, sino también (y más importante) por la luz. Esto fue, sin duda, la piedra angular que abriría el importante alcance sintético actual de este tipo de sustitución. También demostró la posibilidad, ofrecida por el proceso, para lograr la formación de nuevos enlaces  $C-C_{Ar}$ . Roberto siempre ha considerado a Joe Bunnett con gran respeto como el asesor principal y más destacado de su vida académica.

La sustitución radical nucleofílica en el carbono aromático fue su primer campo de interés después de regresar a Argentina. En esta área uno de sus principales logros fue ampliar la variedad de nucleófilos derivados de carbono (amidas y tioamidas  $N,N$ -disustituidas, cetonas y nitrilos) y de otros elementos (fósforo, azufre, estaño, arsénico, antimonio, selenio, y telurio), que abrió nuevas vías para obtener enlaces  $C-C$  y  $C$ -heteroátomo en el carbono  $sp^2$ . Se interesó también por otros métodos para iniciar estas reacciones en cadena (amalgama de sodio, sonicación,  $Sml_2$ ), o para ampliar el espectro de disolventes adecuados. La interpretación de los estudios mecanísticos de estos sistemas con la ayuda de la teoría molecular orbital llevó a la elucidación de los factores importantes que rigen la reactividad química de aniones radicales dentro de las diferentes etapas de la reacción de  $S_{RN}1$ . La etapa de acoplamiento-radical nucleófilo es otra parte del proceso que estudió en profundidad, así como la importancia de la catálisis

de transferencia de electrones intramolecular ejercida por sustituyentes que transforman los sistemas no reactivos en muy reactivos.

Los avances de Roberto en el campo de sustratos alifáticos han creado una nueva estrategia para sustituciones nucleofílicas por transferencia de electrones. Estos incluyen 1-haloadamantanos, halotripticenos, haluros de neopentilo, cicloalquilo y cabeza de puente y haluros biciclo- y policicloalquilo con diversas energías de tensión.

En la actualidad, el proceso  $S_{RN}1$  es reconocido como una ruta para lograr la sustitución de una amplia familia de sustratos y nucleófilos y consideramos que habría que incluirlo definitivamente en los libros de texto básicos de la Química Orgánica.

Siempre en busca de nuevas posibilidades, Roberto está involucrado activamente en las aplicaciones sintéticas del proceso. Ha demostrado que las reacciones de ciclación por  $S_{RN}1$ , son una herramienta poderosa para obtener algunos derivados de productos naturales, la síntesis de indoles y la búsqueda de nuevos nucleófilos y sustratos. Otro enfoque sintético interesante desarrollado por el grupo de Rossi es la combinación de las reacciones de  $S_{RN}1$  con aniones de estaño con la reacción de Stille (catálisis por  $Pd(0)$ ), para lograr la síntesis de poliarilos sustituidos por grupos aceptores de electrones y donadores de electrones. Recientemente su interés se centra en reacciones de activación  $C-H$  por transferencia de electrones.

A Roberto le gusta mucho enseñar. Ha dedicado un gran esfuerzo en preparar presentaciones para todos los cursos de los que ha estado a cargo, desde Química Orgánica Básica a Síntesis Orgánica Avanzada,

haciendo simple y accesible lo más difícil y complicado. Es un placer asistir a seminarios semanales del grupo en el que siempre está dispuesto a discutir nuevas ideas y explicar resultados inesperados.

Además de sus actividades científicas, Roberto ha participado activamente en la elaboración de la política de investigación y desarrollo a nivel nacional y provincial, y aún lo hace cada vez que lo convocan. Formó parte desde sus inicios del Instituto de Investigaciones Físicoquímicas de Córdoba (INFIQC), siendo su Director en el periodo 1998- 2011.

Ha participado activamente en organismos promotores de ciencia como CONICET, la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología, la Agencia Nacional de Promoción Científica y Técnica (ANPCYT), la Universidad Nacional de Córdoba como Secretario de Ciencia y Tecnología, y el Consejo de Investigación de la Provincia de Córdoba, CONICOR. Roberto ha tenido un papel central en la fundación del Centro de Química Aplicada de la Facultad (CEQUIMAP) del que fue Director. También tuvo la gran responsabilidad de ser Decano de la FCQ-UNC en tiempos difíciles de retorno a la democracia en el país y en las universidades (1983-1986).

Ha sido Miembro titular (1983-1987) y Asociado (1987-1991) de la División de Química Orgánica de la IUPAC y desde su fundación está totalmente comprometido con la Asociación Argentina de Química Orgánica, SAIQO, de la que fue Presidente (1986-87) y en 1989 fue elegido miembro de la Academia Nacional de Ciencias de Argentina.

Roberto ha publicado más de 190 artículos de investigación y revisión. Ha escrito varios capítulos en diversos libros. También ha recibido

varios premios, entre ellos el Premio Konex en Química Orgánica (1983), el Premio Bernardo Houssay del CONICET (1987), La Beca Antorchas (1996) y recientemente el Konex de Platino (2003) y el "Bernardo Houssay" a la Trayectoria a la Investigación Científica y Tecnológica en las Ciencias Exactas y Naturales, 2006.

La investigación de Roberto, junto con la de otros químicos argentinos contemporáneos, ha influido fuertemente en el desarrollo de la Química Orgánica y Físicoquímica

Orgánica de la Argentina. Ha desempeñado un papel relevante en la etapa fundacional de la Facultad. Su camino no ha sido fácil, hecho compartido por la mayoría de los científicos de su generación en nuestro país. El esfuerzo, dedicación y entrega de estos pioneros de la ciencia, es un claro ejemplo a seguir por los jóvenes en beneficio del futuro científico del país.

Roberto nos transmitió su pasión por la investigación y nos enseñó la importancia de leer y estudiar mu-

cho, no solo como fuente de información sino también como inspiradora de nuevas ideas. Esto, sumado a una fuerte dedicación constituye un pilar donde cimentar el avance de la ciencia.

Como Profesor Emérito e Investigador Superior de CONICET, Roberto concurre todos los días a la Facultad y continúa dedicado a lo que más le gusta, que es la investigación en la Universidad Pública.

# A 45 AÑOS DEL NACIMIENTO DE UNA NUEVA REACCIÓN EN QUÍMICA ORGÁNICA

**Palabras clave:** SRN1; transferencia de electrones; radicales; heterociclos; fotoquímica.  
**Key words:** SRN1; electron transfer; radicals; heterocycles; photochemistry.

## ■ Roberto A. Rossi

INFIQC, Departamento de Química Orgánica,  
Facultad de Ciencias Químicas, Universidad  
Nacional de Córdoba, Haya de la Torre y Medina  
Allende  
X5000HUA Córdoba, Argentina

rossi@fcq.unc.edu.ar

Cuando recibí la invitación de escribir una reseña de mis actividades me tomó de sorpresa, nunca había pensado en escribir algo así. Acepté sin pensarlo mucho, después de pensarlo me dije “¡¡...en que te has metido...!!”. Al empezar a escribir me di cuenta que al pensar en las cosas del pasado te traen recuerdos, emociones, que con la labor cotidiana y con la concentración de desarrollar los planes del futuro, no hay tiempo de meditar y hacer un balance de toda tu actuación. Al hacer esta reseña, al final concluyo que en el balance de acciones positivas y negativas, estoy satisfecho, porque generalmente he conseguido mis propósitos. Debo aclarar que entre mis principales aciertos fue elegir al Profesor Joseph F. Bunnett para realizar mi trabajo posdoctoral, que después explicaré por qué, y que lamentablemente ha fallecido este año. Otros aciertos fue tener como estudiantes doctorales a gente dedicada, empeñosa y que confiaron en que los guiara. Algunos

siguieron como posdoctorales, investigadores y luego como colegas, y otros siguieron distintos rumbos.

### ■ 1. NIÑEZ

Como muchos argentinos provengo de descendiente de italianos por mi padre (José B. Rossi) y de vascos por mi madre (Lyda F. Unzú). Mi padre trabajaba en Vialidad Nacional y recorría los caminos haciendo o reparando rutas. Cuando estaba trabajando en la Ruta Nacional Nro. 19, allí conoció a mi madre, que vivía en un campo cerca de un pequeño pueblo llamado Tránsito, que queda a poca distancia de Arroyito, Provincia de Córdoba. Mi abuelo Martín Unzú tenía tambo, y disfruté mucho en mi niñez cuando visitábamos el campo.

Mi padre tenía que viajar mucho por su trabajo, y por ese motivo vivimos en mi niñez en varios pueblos de la Provincia de Córdoba. Mi hermana mayor nació en Oliva, y yo en

Jesús María. Cuando vivíamos en Santa Rosa de Calamuchita, mi hermana empezó la escuela primaria, y mis padres decidieron no seguir viajando por los cambios en los colegios, así que compraron una casita en la ciudad de Córdoba en el año 1950, y desde entonces siempre viví en Córdoba.

### ■ 2. EDUCACIÓN EN ARGENTINA

Allí cursé el primario en el Colegio Ramón J. Cárcano, e ingresé en el secundario en la Escuela Normal Superior Dr. Agustín Garzón Agulla. En ese tiempo era una escuela secundaria modelo, y cursábamos en dos turnos, de mañana y de tarde con clases de 45 minutos, con el tiempo incluido para estudiar en el colegio. Como era una escuela Normal se cursaba cinco años para recibirse de bachiller, y con un año más de maestro. La mayoría de mis compañeros eran mujeres, con muy pocos varones. Fue una etapa que fui muy feliz, y disfrutamos mucho

la amistad. Después de recibirnos vino la diáspora de los compañeros, pero quedó una gran amistad que aún perdura, y casi todos los años nos reunimos. Algunos compañeros viven en otros países, y aprovechamos cuando vienen de visita a Córdoba a reunirnos.

En esta escuela tuve mi primer contacto con la Química. Tenía un gabinete de química muy bien equipado, y recuerdo que la profesora preparaba soluciones, que al mezclarlas cambiaban de color (no me acuerdo los fundamentos, pero estimo que cambios de pH e indicadores, formación de complejos con Cu, etc.). Una experiencia que me fascinó fue que al terminar la clase, calentaba un recipiente con sales hasta saturación, y cada alumno ponía un hilo con su nombre, y en la próxima clase recogíamos los hilos llenos de sales que habían cristalizado, y la competencia era quien tenía los mejores cristales, y teníamos una colección de "hilos cristalizados" de diferentes colores. Otra experiencia era que poníamos en el mechero (en ese tiempo se calentaba con mecheros a gas) alambres que habíamos mojado en soluciones con distintas sales para ver los colores que tenían al excitarlas con calor.

Al terminar el secundario vino el drama, decidir qué estudiar, y después de descartar distintas carreras nos quedó con unos compañeros la carrera de Bioquímica (no había en ese entonces Licenciaturas en Química). Posiblemente yo estaba influenciado por la excelente profesora que nos enseñó algunos principios químicos. Con algunos compañeros nos inscribimos en el Instituto de Ciencias Químicas (ICQ), que luego sería Facultad de Ciencias Químicas (FCQ). Comenzamos el cursillo obligatorio de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) al comienzo de Enero de 1961 hasta

los fines de Marzo. Se dictaban tres materias intensivas y muy exigentes, y varios días con turnos de mañana y tarde.

Esa fue la primera experiencia que teníamos con mis compañeros de la Universidad, y había diferencias de nivel que teníamos del secundario. Al terminar el cursillo únicamente quedé yo en esa carrera, los otros compañeros siguieron ¡¡Odontología o Abogacía!! Eso refleja un poco el desconcierto de elegir carreras universitarias cuando no había cursos como ahora de orientación vocacional.

Cuando cursaba el segundo año de la Facultad, falleció mi padre. Mi madre no trabajaba y mi hermana estudiaba Escribanía, yo quise dejar de estudiar para trabajar pero mi madre me impidió hacerlo, así que empecé a preparar alumnos particulares (no existían las academias como ahora), e ingresé más tarde a trabajar como ayudante alumno en el ICQ. Como compañera de estudio conocí a Rita Hoyos, que también era ayudante alumno del Departamento de Fisiología del ICQ, y que más tarde se convertiría en mi esposa.

Con Rita decidimos que la Profesión como Bioquímicos no nos entusiasmaba, sobre todo después de la práctica hospitalaria, que era un trabajo rutinario. El Director del Departamento de Fisiología era el Dr. Eduardo Staricco, y nos dijo que podíamos hacer una carrera académica en el ICQ, así que decidimos realizar una tesis en química.

Al recibirnos de Bioquímicos empezamos la tesis en el Departamento de Química Orgánica del ICQ, en el área de Físico Química Orgánica bajo la dirección del Prof. Dr. Héctor E. Bertorello, que recién regresaba de Alemania. Yo obtuve una Beca del Conicet y Rita un cargo de Jefe de Trabajos Prácticos Dedicación Exclusiva (DE) que compartía con un colega del Departamento. Al principio trabajamos en un pequeño laboratorio que el Dr. Staricco le cedió en préstamo al Dr. Bertorello en el Departamento de Fisiología. Al poco tiempo el ICQ habilitó un sótano, en donde se instaló el Departamento de Química Orgánica y el Departamento de Farmacia, claramente un lugar no apto para hacer investigaciones en Química Orgánica.



Foto 1: Profesor Joseph F. Bunnett

Cuando se terminó el período de la beca fui promovido a Profesor Adjunto DE en 1968. Trabajamos en el transcurso de la tesis en la química del 1,2-deshidrobenceno (Rossi y Bertorello 1967), 1,4-deshidrobenceno (de Rossi y col. 1970), y 1,3-deshidrobenceno (Bertorello y col. 1970; Rossi y col. 1971).

### ■ 3. EDUCACIÓN EN ESTADOS UNIDOS

Después de terminar el doctorado empecé a buscar profesores en el extranjero para realizar un estudio posdoctoral. Tuve varios profesores que me aceptaban, y ahí tuve una decisión con muy mucha suerte, al

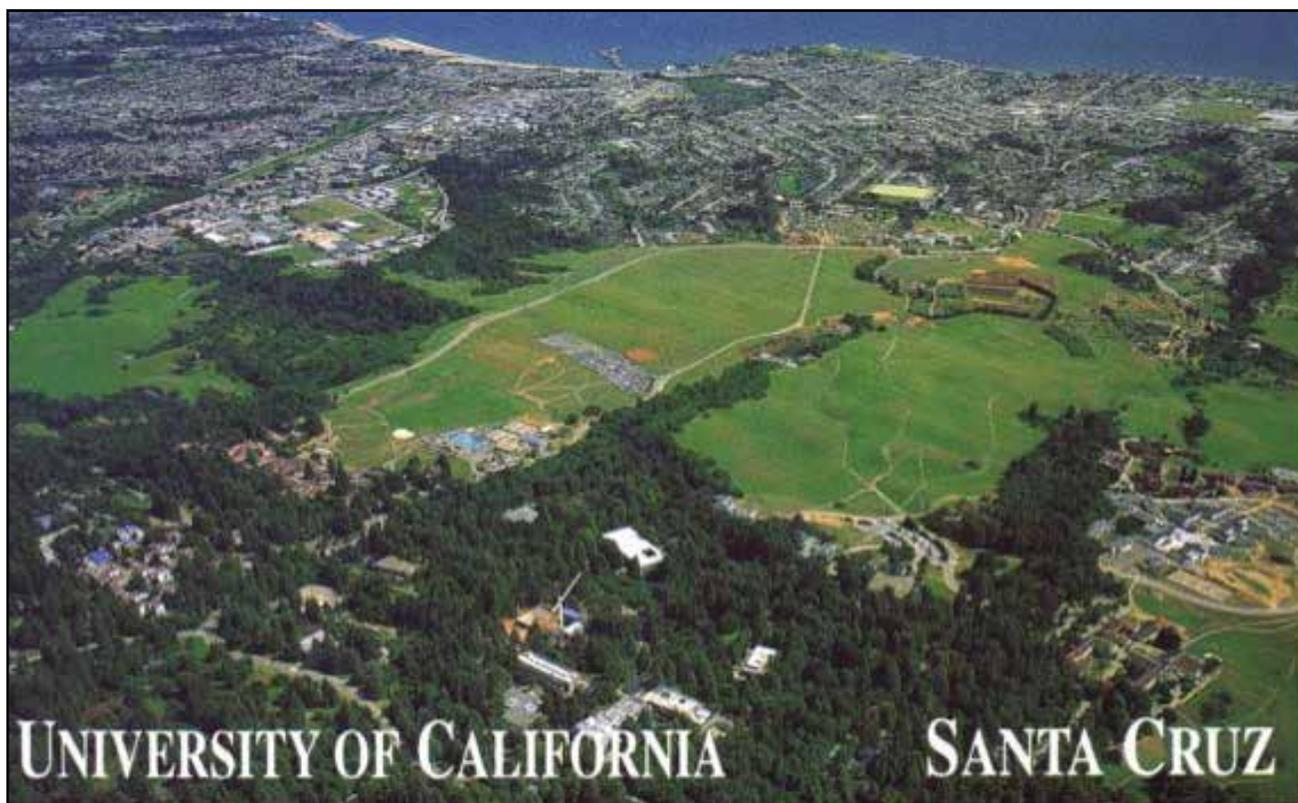
elegir al Prof. Joseph F. Bunnett de la Universidad de California, Santa Cruz, Estados Unidos (Figura 1). Como no existía internet, todas las comunicaciones se hacían por carta, así que nos llevó un año de preparaciones. Al obtener la beca posdoctoral del Conicet, en 1970 partimos para California. A Rita el Prof. Bunnett le pagaba un sueldo como becaria posdoctoral.

A Santa Cruz viajamos con Rita, mis dos hijos, Gabriela (dos años) y Enrique (un año) y mi mamá Lyda, porque íbamos a trabajar los dos y había que cuidar los chicos.

La Universidad de California en Santa Cruz fue fundada en 1965, y se encuentra en un campo con un bosque incluido, que el dueño donó al Estado si construían una Universidad de California en ese predio (Figura 2, 3). Es una Universidad privilegiada, por la hermosura de los campos y de los bosques. La univer-



**Foto 2:** Bosque del Campus de la Universidad de California en Santa Cruz (fuente Internet)



**Foto 3:** Vista aérea del Campus de la Universidad de California en Santa Cruz (fuente Internet)

sidad fue construida en el medio del bosque respetando los árboles. Fue una suerte porque en 1970 recién aceptaban alumnos, todo era nuevo, y el equipamiento de última generación.

El tema que me había dado Bunnett para la solicitud de beca en el Conicet era "estudios de reacciones de eliminación". Pasé un año estudiando reacciones de eliminación, con todos sus mecanismos distintos. ¡¡¡Era un experto en reacciones de eliminación!!!. Cuando llegué a la Universidad tuve el primer encuentro con Bunnett, y empezaron las grandes sorpresas. Él me dijo que creía que ese año (1970) habían encontrado una nueva reacción en Química Orgánica con sustratos aromáticos, que llamó Sustitución Radical Nucleofílica Unimolecular, o  $S_{RN}1$ . Si era real este mecanismo iba a ser un área importante, en cambio el tema de las reacciones de eliminación era bien conocido, y solamente faltaban detalles para completar los conocimientos de las eliminaciones, que era lo que contemplaba mi plan presentado al Conicet. Me dijo que decidiera si trabajaba en eliminaciones como estaba programado, o incursionaba en el mecanismo de  $S_{RN}1$ .

Era viernes y me dijo que a la otra semana hablaríamos de nuevo y me dio bibliografía y material para estudiar, por ejemplo cómo hacer reacciones con el solvente amoníaco líquido (punto de ebullición de  $-33^{\circ}\text{C}$ ), reacciones de transferencia de electrones, electrones solvatados, radicales aniones, etc. que de estos temas ¡¡¡no sabía ni entendía nada!!! Cuando nos reunimos nuevamente, dentro de la irreflexión de joven, le dije a Bunnett que aceptaba el tema de  $S_{RN}1$ , pero si el mecanismo era real yo seguiría con ese tema en Argentina, y él me respondió con una gran generosidad, que si es real el

mecanismo de  $S_{RN}1$  habría un campo amplio para los dos.

Empecé a trabajar repitiendo las reacciones de  $S_{RN}1$  que había realizado el Dr. J. K. Kim como posdoc de Bunnett, y estos estudios me dieron similares resultados: reacciones de halobencenos con nucleófilos derivados de azufre y nitrógeno (Kim y Bunnett 1970a), y reacciones iniciadas por electrones solvatados (Kim y Bunnett 1970b).

Como era todo nuevo, no había otros conocimientos de este tema, teníamos muchas perspectivas y objetivos. En dos años descubrimos varios resultados interesantes, como el estudio de grupos salientes (Rossi y Bunnett 1972a), síntesis de anilinas partiendo de fenoles (Rossi y Bunnett 1972b), incorporamos carbaniones como nucleófilos (Rossi y Bunnett 1973a), y la deshidroxilación de fenoles a partir de ésteres fosfóricos y metales alcalinos (Rossi y Bunnett 1973b). Un descubrimiento muy importante, y que le daría un gran empuje en el futuro a este mecanismo, es que describimos por primera vez que estas reacciones pueden ser iniciadas fotoquímicamente (Rossi y Bunnett 1973c).

A finales de 1972 regresamos a Córdoba, dejando Santa Cruz con la alegría del retorno, pero a su vez con nostalgias. Debo señalar que el Prof. Bunnett aparte de darme muchos consejos como excelente químico que realmente fue, sino también consejos como amigo que así sentía que era.

#### ■ 4. EL REGRESO A CÓRDOBA

La ayuda que recibimos de Bunnett cuando nos establecimos en Córdoba fue muy importante, por ejemplo en hacernos distintos análisis químicos en Santa Cruz de muestras que le enviábamos (nunca nos

cobró, él pagaba los gastos de los análisis), sino también corregirnos el inglés de manuscritos para mandar a publicar, etc. Yo le enviaba los planes de lo que iba a hacer y, viceversa, él me mandaba sus planes para no superponernos. Pero al poco tiempo me aparté de estos temas, y comencé a desarrollar reacciones de  $S_{RN}1$  con sustratos alquílicos y nucleófilos organometálicos, síntesis de heterociclos, reacciones de acoplamiento cruzado catalizadas por paladio, etc., lejos de los temas de investigación de Bunnett.

Ya instalados en el Dpto. de Química Orgánica del FCQ en el sótano (en el cual trabajamos hasta el año 1992, año que nos mudamos a un nuevo edificio en la Ciudad Universitaria, Edificio de Ciencias II), teníamos que armar un laboratorio, y además preparar todo para hacer reacciones en amoníaco líquido, comprar los tubos de amoníaco, nitrógeno, drogas, etc. Afortunadamente la Universidad tenía un Consejo de Investigaciones; en esos momentos el Dr. Ranwel Caputto era el Director, y a nuestra solicitud nos dieron un subsidio, que nos alcanzó para ir parcialmente equipándonos y esperar el subsidio que habíamos solicitado al Conicet.

Mi primera tarea fue terminar un trabajo que había comenzado en Santa Cruz (por supuesto me traje de "contrabando" pequeñas muestras del material necesario para finalizarlo). Afortunadamente todas las reacciones salieron bien y pude completarlo y publicarlo (Rossi y Bunnett 1974).

Al comienzo de nuestro regreso trabajamos Rita y yo en proyectos comunes, pero poco después cada uno siguió con sus temas. Mi primer tesisista fue Antonio F. López. Es un caso atípico para realizar una tesis, porque él trabajaba en un laborato-

rio de la Fuerza Aérea y llegaba al Departamento aproximadamente a las 16 h y trabajaba hasta las 20 o 21 h. Cuando iba a hacer una reacción en amoníaco líquido yo lo esperaba con el solvente ya destilado y seco, sino Antonio no tenía tiempo de hacer la destilación y realizar la reacción.

Con Antonio empezamos a entender los sustratos, con halonaftalenos y distintos nucleófilos (Rossi y col. 1976a). Realizamos el primer trabajo teórico del mecanismo de  $S_{RN}1$ . Este trabajo se pudo realizar en el Centro de Cálculo de la Universidad, ubicado en la Facultad de Ciencias Económicas, y en ese entonces teníamos que perforar las tarjetas, clasificarlas, verificarlas etc. (¡¡la gente joven ni sabrá cómo se introducían los datos en las computadora antiguas!!).

En 1961 había trabajado unos meses en la compañía IBM (que tuve que abandonar porque no me daban los tiempos de estudiar y trabajar), y una compañera de IBM de entonces estaba trabajando en esos momentos en el Centro de Cómputos de la Facultad Ciencias Económicas, UNC, y nos ayudó mucho en este trabajo teórico (Rossi y col. 1976b).

Con Antonio también estudiamos por qué con unos sustratos las reacciones de  $S_{RN}1$  con iones cianometiluros como nucleófilos se producían fragmentaciones de los intermediarios de la reacción y con otros sustratos no había fragmentaciones (Rossi y col. 1976c).

Antonio se doctoró (1979), y al poco tiempo después dejó la Fuerza Aérea y el FCQ, y se fue como Profesor DE a la Universidad Tecnológica Nacional Filial Córdoba, y llegó a ser Profesor Titular DE, pero en los últimos años se fue al sector productivo de una planta química.

Mi segundo tesista fue Adriana B. Pierini. En esos años había poco dinero en subsidios, y además era muy caro comprar reactivos y también eran difíciles de importarlos. El Depto. tenía un equipo para hacer análisis elementales que estaba en desuso, pero había quedado un frasco con selenio metálico que se usaba como catalizador en estos análisis. Teníamos experiencia con nucleófilos del azufre, pero de selenio no había ningún antecedente (¡¡y ya teníamos el selenio!!). Si el azufre reaccionaba por el mecanismo  $S_{RN}1$ , el selenio que es de la misma familia podría reaccionar de la misma manera, así que preparamos estos nucleófilos derivados del selenio y efectivamente fueron muy buenos (Pierini y Rossi 1978). Si el selenio fue efectivo, probamos el telurio, que es también de la misma familia, y también resultó muy efectivo (Pierini y Rossi 1979a y 1979b).

Cuando estaba en Santa Cruz, había probado nucleófilos del oxígeno, como los iones fenóxidos, pero no funcionaron. Estando ya en Córdoba Bunnett me envió un manuscrito que había enviado a publicar de un trabajo realizado por un posdoc de India, con los resultados de que los iones fenóxidos si reaccionaban. Al poco tiempo recibo una carta de Bunnett que había retirado de la publicación dicho manuscrito (posiblemente hizo repetir las mismas reacciones por otro colaborador de él). Poco tiempo después aparece una publicación del mismo investigador hindú (sin Bunnett como autor) con los mismos resultados. Con Adriana repetimos los experimentos convencidos que eran equivocados, y demostramos que en esas condiciones experimentales los iones fenóxidos no reaccionan (Rossi y Pierini 1980).

Adriana se doctoró en 1979, hizo un posdoctorado en EEUU con

el Prof. M. J. S. Dewar en la Universidad de Austin, Texas, EEUU, y empezó su carrera de cálculos teóricos. Adriana es actualmente Profesora Titular Plenaria del Departamento de Química Orgánica y miembro de la Carrera del Conicet en la categoría Principal.

Rubén Alonso comenzó su tesis e incorporó iones de enolatos de amidas como nuevos nucleófilos (Rossi y Alonso 1980) y reacciones de  $S_{RN}1$  en sistemas bifuncionales (Alonso y Rossi 1980). Aparte de inducir las reacciones de  $S_{RN}1$  fotoquímicamente, desarrollamos la inducción de estas reacciones con amalgama de sodio en amoníaco líquido (Austin y col. 1990, 1991).

Como nos había ido bien con selenio y telurio pensamos en otro grupo de la Tabla Periódica. Considerando que se conocía que los derivados del fósforo eran excelentes nucleófilos en reacciones de  $S_{RN}1$ , iniciamos las reacciones con nucleófilos del mismo grupo con derivados del arsénico, conjuntamente con otra tesista que se había incorporado, la Lic. Sara Palacios (Rossi y col. 1981). Proseguimos con nucleófilos de antimonio, también de la misma familia (Alonso y Rossi 1982). Desarrollamos una metodología para sintetizar triaril fosfinas, arsinas y estibinas, con la colaboración de un nuevo tesista incorporado al grupo, el Lic. Esteban Bornancini (Bornancini y col. 1984).

Alonso se doctoró en 1981, pero se retiró del Departamento para ser Director del Centro de Química Aplicada (CEQUIMAP), que es un Departamento de la FCQ-UNC relacionado con el sector productivo, y luego se fue de la Facultad para formar parte del CEPROCOR, un organismo Provincial para ayudar al sector productivo.

Con la tesista Sara Palacios estudiamos la reactividad de nucleófilos del azufre, y la diferencias entre sistemas aromáticos y alifáticos (Rossi y Palacios 1981).

Ya habíamos incursionado en reacciones del sistema aromático, empezamos a estudiar sistemas alifáticos simples en los que no había ningún antecedente, y encontramos que reaccionan por el mecanismo  $S_{RN}1$ , como son los sistemas halocabezas de puente (Rossi y col. 1982, Palacios y col. 1984), halociclopropanos (Rossi y col. 1984), halociclohexanos (Palacios y Rossi 1990), y haluros de neopentilo (Pierini y col. 1985).

Sara Palacios se doctoró en 1983; después hizo un posdoc con el Prof. A. L. J. Beckwith de la *Australian National University, Canberra, Australia*, y actualmente es Profesora Titular en la Universidad Católica de Córdoba e investigadora Principal del CONICET.

Otros tesistas ingresan a mi grupo, Alicia Peñeñory y Ana Santiago se doctoraron en 1986 y ambas actualmente son Profesoras de este Departamento e investigadoras del

CONICET. Alicia hizo un posdoc con el Prof. Wilhelm P. Neumann de la Universidad de Dortmund y después con el Dr Waldemar Adam de la Universidad de Würzburg, Alemania, y Ana hizo un posdoc con el Dr Pelayo Camps de la Universidad de Barcelona, España.

En total se realizaron 20 Tesis Doctorales y una Tesis de Maestría bajo mi dirección. Algunos doctores permanecen en el grupo, otros son investigadores de este Departamento, cuatro doctores están en el sector productivo del país y dos doctores en el extranjero, y otros se han insertado como investigadores y docentes en la Universidad Católica de Córdoba, Universidad Nacional de Santiago del Estero y en la Universidad Nacional del Litoral.

Con las bases de lo que ya se conocía del mecanismo de  $S_{RN}1$ , empezamos a diseñar síntesis de heterociclos cuyas estructuras tienen actividades biológicas. Por ejemplo la síntesis de indoles **1** (Baumgartner y col. 1999), indoles fusionados **2** (Barolo y col. 2003), dihidrobenzofuranos **3** y dihidroindoles **4** (Vaillard y col. 2002), isoquinolonas **5** (Guastavino y col. 2006), uracilos

**6** (Bardagí y Rossi 2008), carbazoles **7** (Budén y col. 2009, Guerra y col. 2015), fenantridinas **8** (Budén y col. 2010), benzoxazoles **9** (Vaillard y col. 2012a, 2012b), heterociclos benzofusionados **10** (Guastavino y Rossi 2012), entre otras síntesis de heterociclos (Figura 4).

Recientemente, con mis discípulos los doctores Eugenia Budén y Javier Guastavino también incursionamos en otros sistemas, como la sustitución homolítica aromática (Budén y col. 2013) y desarrollamos una reacción de arilación de alquenos sin metales de transición (Guastavino y col. 2014). Ambos ingresaron al Conicet como Investigadores Asistentes, Eugenia en mi grupo de investigación y Javier en la Universidad Nacional del Litoral.

#### ■ 5. TRABAJOS DE COLABORACION CON INVESTIGADORES NACIONALES

A través de la química he podido hacer trabajos en colaboración con colegas de distintas universidades, que con el tiempo se transformaron en amigos. Con el Dr. Eduardo A. Castro (INIFTA) realizamos estudios teóricos tratando de entender

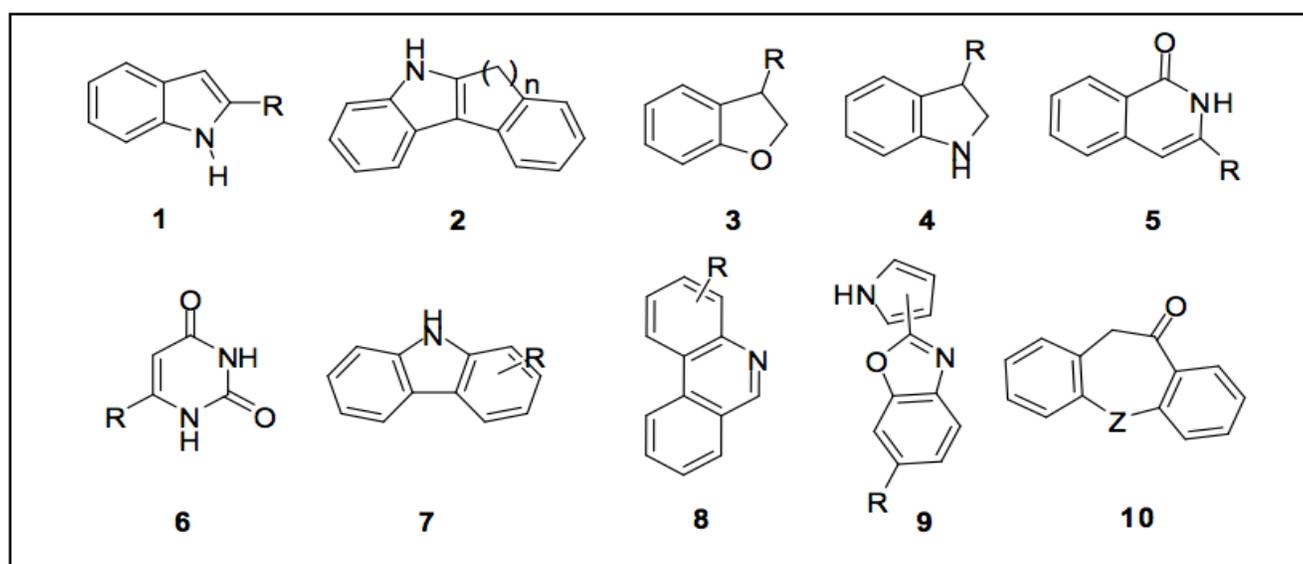


Foto 4: Síntesis de Heterociclos por el Mecanismo de  $S_{RN}1$

la coordenada de reacción del mecanismo de  $S_{RN}1$  (Villar y col. 1982, 1984).

Cuando comenzamos a trabajar con compuestos derivados del estaño, invité al Dr. Julio Podestá (Universidad Nacional del Sur) a participar como jurado de la tesis del Lic. César Yammal, debido a su experiencia con este metal, y logramos hacer estannanos, que luego iban a ser útiles en otras transformaciones (Yammal y col. 1992, 1996; Mandolesi y col. 2002). Con la Dra Alicia Chopa de la misma Universidad realizamos otro trabajo relacionado con el estaño (Lockhart y col. 1999). Con los conocimientos adquiridos en la síntesis de estannanos, empezamos a incursionar con el tesista Eduardo Córscico en reacciones de acoplamiento cruzado de estannanos con electrófilos catalizadas por paladio, procesos conocidos como la Reacción de Stille (Córscico y Rossi 2000a y 2000b, 2002).

En el año 2000 empezamos a trabajar en colaboración con la Dra Sandra E. Martín de nuestro Departamento. Como habíamos adquirido conocimientos con los compuestos estannanos y de las reacciones de acoplamiento cruzado catalizadas por paladio, incursionamos con Sandra y con mi tesista Mariana Bonaterra con estannanos derivados del fósforo (Martín y col. 2002), arsénico y antimonio (Bonaterra y col. 2003) y con derivados del selenio (Bonaterra y col. 2006). En estos trabajos se describen por primera vez reacciones de acoplamiento cruzado de estos estannanos con electrófilos y la formación de enlaces carbono-arsénico, carbono-antimonio y carbono-selenio.

## ■ 6. TRABAJOS DE COLABORACIÓN CON INVESTIGADORES DEL EXTRANJERO

Cuando comenzamos a trabajar con sustratos alifáticos cabezas de puente, sintetizamos unos sustratos con unas estructuras relativamente sencillas, el gran desafío era sintetizar sustratos más complejos, o tratar de obtenerlos por asociaciones con otros investigadores (¡¡la segunda opción es mejor!). Viendo la literatura encontramos que el Dr. David G. Morris, de la Universidad de Glasgow del Reino Unido preparaba unos interesantes sustratos cabezas de puente, así que le escribimos para asociarnos en un proyecto, que el Dr. Morris aceptó y nos mandó los sustratos cabeza de puente, que afortunadamente funcionaron muy bien sin grupos funcionales (Santiago y col. 1988a) y con grupos carbonílicos como sustituyentes (Lukach y col. 1995). Conocimos personalmente al Dr. Morris porque vino a Córdoba por un convenio entre el Conicet y la *Royal Society of Chemistry*.

Siempre con la estrategia de asociarnos con investigadores que tenían sustratos interesantes para estudiar, y viendo que esta táctica salió muy bien con el Dr. Morris, vimos en la literatura que el Dr. William Adcock (*The Flinders University of South Australia*, Adelaide, Australia) tenía también interesantes sustratos, y nos pusimos en contacto y elaboramos un proyecto en conjunto y obtuvimos buenos resultados (Santiago y col. 1988b). Con la misma estrategia nos asociamos con el Dr. Ken-ichi Takeuchi de la Universidad de Kyoto, Japón, y encontramos interesantes resultados (Santiago y col. 1991). Después de la 14 IUPAC Conferencia de Físicoquímica Orgánica en 1998 en Florianópolis, Brasil, organicé una post IUPAC Conferencia (*"Post IUPAC Conference Symposium on Recent Advances in Organic Reactions Mechanism"*, Puerto Iguazú, Misiones, Argentina),

y tuvimos la oportunidad de conocer personalmente al Dr. Takeuchi.

Cuando Andrés Lukach terminó su tesis conmigo, consiguió una beca con el Dr. Pelayo Camps, de la Universidad de Barcelona, España, para trabajar en síntesis y reacciones de sustratos cabeza de puente por  $S_{RN}1$ , consiguiendo buenos resultados (Camps y col. 1999 y 2001). El Dr. Camps visitó varias veces a la Argentina para asistir a Congresos Nacionales.

Aparte de sustratos cabezas de puente, también estábamos interesados en la síntesis de heterociclos con probable acción farmacológica. Por tal motivo nos pusimos en contacto con el Dr. J. Ángel Guío, del Laboratorio de Síntesis Orgánica y Diseño de Fármacos. Facultad Experimental de Ciencias, Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela, y en colaboración sintetizamos con éxito dihidroindenoindoles **11** y dihidrobenzocarbazoles **12** (Figura 5) (Barolo y col. 2006a).

Con la misma estrategia nos conectamos con el Dr. Gregory D. Cuny (*Laboratory for Drug Discovery in Neurodegeneration, Brigham & Women's Hospital and Harvard Medical School, Cambridge, EEUU*) y realizamos la síntesis de derivados del alcaloide aporfina **13**, y por primera vez se sintetizó el alcaloide homoaporfina **14** (Barolo y col. 2006b). Después con el Dr. Cuny sintetizamos todas las carbolinas isómeras y carbolinas con distintos sustituyentes **15** (Laha y col. 2011), y posteriormente sintetizamos una serie de piridobenzoimidazoles **16** con buenos resultados (Barolo y col. 2013) (Figura 5).

## ■ 7. DOCENCIA Y GESTIÓN

Similarmente como con la Carre-

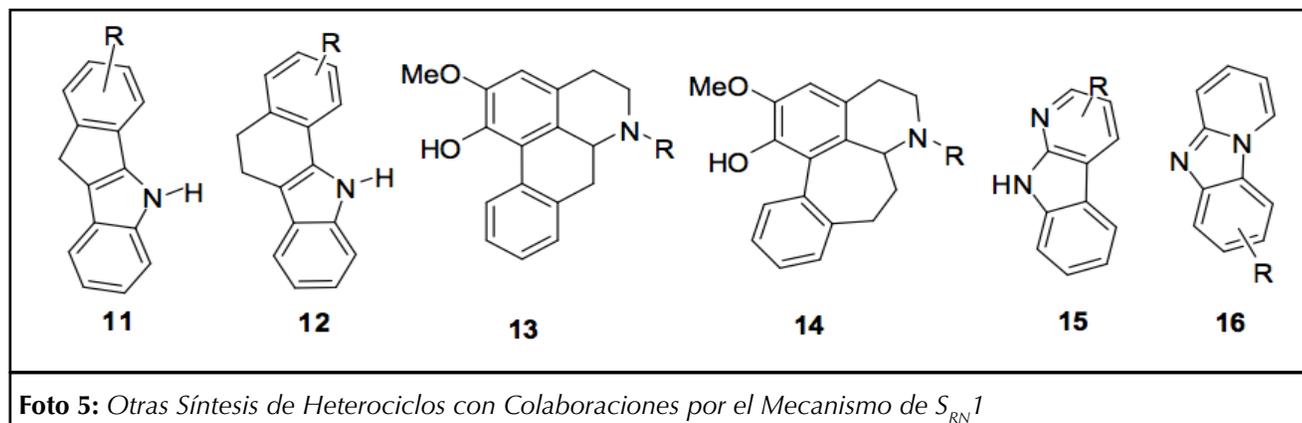


Foto 5: Otras Síntesis de Heterociclos con Colaboraciones por el Mecanismo de  $S_{RN}1$

ra del Investigador del CONICET, en la cual llegué desde becario hasta Investigador Superior (1999), ejercí la docencia en el Departamento de Química Orgánica, en todos los cargos desde Auxiliar docente en 1966, pasando por todas las categorías hasta Profesor Titular Emérito en la actualidad. En el Departamento los profesores van rotando en distintos cursos, así que he dictado cursos en Química Orgánica I y II como cursos básicos, y Química Teórica (en ese entonces era denominada Química Orgánica VI), Química Orgánica Avanzada y Síntesis Orgánica para la carrera de Licenciatura, y varios cursos de doctorado en este Departamento, como también he participado del dictado de cursos de doctorado en la Universidad de Barcelona, España y en la Universidad de Zulia, Maracaibo, Venezuela.

Entre las actividades de gestión más importantes puedo mencionar que he participado en Dirección de Unidades de Investigación, como Director del Centro de Química Aplicada (CEQUIMAP) de la FCQ-UNC (1982-1986), en el cual participé en su creación como integrante del primer Directorio, que estaba compuesto con tres Directores: el Decano de la FCQ, el Dr. Jorge D. Pérez por la Universidad Nacional de Córdoba, conjuntamente con el Ministro de Industria Ing. José Porta por el Gobierno Provincial, y el que suscribe como representante

del Consejo de Investigaciones de la Provincia de Córdoba (CONICOR). La función fundamental del CEQUIMAP era hacer análisis o proyectos de investigación y desarrollo con el sector productivo.

Fui Vicedirector (1994-1998), Director Interino (1998-2002) y Director por Concurso (2002-2011) del Instituto de Investigaciones en Físicoquímica de Córdoba (INFIQC convenio UNC-CONICET). He sido Decano Normalizador de la FCQ-UNC (1983-1986). Director del Departamento de Química Orgánica (1988-1990), Director del Departamento de Graduados, FCQ-UNC (1993-1995) y Consiliario Titular del Honorable Consejo Superior, UNC (1996-1998).

He participado en Organismos de Planeamiento y Promoción Científica en la UNC, CONICOR, y comisiones asesoras del CONICET, Presidente del Consejo de Ciencia y Técnica de la UNC (1986-1988) y Miembro de la Comisión Directiva del Centro Científico Tecnológico, UNC-CONICET (2007-2011).

Entre otras actividades es que he sido Vicepresidente (1985-1986) y Presidente de la Sociedad Argentina de Investigadores en Química Orgánica (SAIQO, 1986-1987). Miembro Titular (1983-1987) y Miembro Asociado (1987-1993) de la División de Química Orgánica de la Unión In-

ternacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC). Soy Miembro Titular de la Academia Nacional de Ciencias desde 1989. Fui electo primero como Miembro Vocal Titular (2005-2008), luego como Prosecretario (2008-2012), y finalmente como Secretario (2012-2016) de la Comisión Directiva.

## ■ 8. DISTINCIONES

En mi carrera como científico tuve la alegría y satisfacción de recibir varias distinciones, entre ellas: Premio "Bernardo Houssay" de la SECyT a la Investigación Científica y Tecnológica - Investigador Consolidado en Química, 2003; Premios Konex 1983 y 2003 con Diplomas al Mérito, y el Premio Konex de Platino 2003, por contribuciones efectuadas a la Química Orgánica Argentina; Premio "Bernardo Houssay" a la Trayectoria de la SECyT a la Investigación Científica y Tecnológica en las Ciencias Exactas y Naturales, 2006; Premio otorgado en 2010 por el *Second Iberoamerican Symposium in Organic Chemistry*, en reconocimiento a las contribuciones realizadas en Química Orgánica, Santiago de Compostela, España. Un premio que me enorgulleció y emocionó fue el Premio otorgado por la SAIQO en reconocimiento a las contribuciones realizadas en Química Orgánica en el año 2011, conjuntamente con otros destacados colegas.

## ■ 9. AGRADECIMIENTOS

Mi sincero reconocimiento a todos los discípulos que he tenido en todos estos años, y a los colegas que han colaborado en mis investigaciones y a los investigadores de otras instituciones del país y del extranjero por lo que he podido llevar a cabo mis proyectos. Un recuerdo muy especial al Dr Bunnett. En esta reseña no he podido nombrar a todos los que han colaborado en mis investigaciones, por lo cual pido mis disculpas, como así también integrantes del Departamento tanto docentes como personal de apoyo administrativo y técnico.

Quiero agradecer al Dr. Miguel Blesa y al Comité Científico de la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias (AAPC) por darme la oportunidad de relatar mi historia. He descrito los resultados positivos que son los más agradables de contar, pero los sistemas que no funcionaron y los sinsabores de las reacciones que no se pudieron hacer quedan solamente en mi memoria. Los resultados positivos pueden quizás servir a las nuevas generaciones de que las investigaciones en Argentina se pueden realizar, con esfuerzo y sacrificios, pero muy reconfortante por los logros que se van alcanzando.

Quiero agradecer a mi esposa Rita, que como también ella es científica, nos entendemos perfectamente, y a mis hijos por la paciencia de convivir con docentes-investigadores que quizás con poco tiempo para poder compartirlo con ellos, y después darnos los nietos que tanto disfrutamos.

## ■ 10. BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, R. A., Rossi, R. A. (1980) "The  $S_{RN}1$  Mechanism in Bifunctional Systems". Journal of Organic Chemistry **45**, 4760.
- Alonso, R. A., Rossi, R. A. (1982) "Photostimulated Reactions of Diphenylarsenide and Diphenylstibide Ions with Haloarenes. Electron Transfer vs. Fragmentation of the Radical Anion Intermediate". Journal of Organic Chemistry **47**, 77.
- Austin, E., Alonso, R. A., Rossi, R. A. (1990) "sodium-amalgam in Liquid Ammonia. A Novel and Selective Dehalogenation of Aryl Halides". Journal of Chemical Research 190.
- Austin, E., Alonso, R. A., Rossi, R. A. (1991) "Aromatic Nucleophilic Substitution Reactions Catalyzed by Sodium Amalgam in Liquid Ammonia". Journal of Organic Chemistry **56**, 4486.
- Bardagí, J. I., Rossi, R. A. (2008) "A Novel Approach to the Synthesis of 6-Substituted Uracils in Three-Steps, One-Pot Reactions". Journal of Organic Chemistry **73**, 4491.
- Barolo, S. M., Lukach, A. E., Rossi, R. A. (2003) "Synthesis of 2-Substituted Indoles and Fused Indoles by Photostimulated Reactions of *o*-Iodoaniline with Carbanions by the  $S_{RN}1$  Mechanism". Journal of Organic Chemistry **68**, 2807.
- Barolo, S. M., Rosales, C., Angel Guío, J. E., Rossi, R. A. (2006a) "One Pot Synthesis of Substituted Dihydroindenol[1,2-*b*]indoles and Dihydrobenzo[*a*]carbazoles by Photostimulated Reactions of *o*-Iodoaniline with Carbanions by the  $S_{RN}1$  Mechanism". Journal of Heterocyclic Chemistry **43**, 695.
- Barolo, S. M., Teng, X., Cuny G. D., Rossi R. A. (2006b) "Syntheses of Aporphine and Homoaporphine Alkaloids by Intramolecular *ortho*-Arylation of Phenols with Aryl Halides via  $S_{RN}1$  Reactions in Liquid Ammonia". Journal of Organic Chemistry **71**, 8493.
- Barolo, S. M., Wang, Y., Rossi, R. A., Cuny, G. D. (2013) "Synthesis of Pyrido[1,2-*a*]benzimidazoles by Photo-stimulated C-N Bond Formation via  $S_{RN}1$  Reactions". Tetrahedron **69**, 5487.
- Baumgartner, M. T., Nazareno, M. A., Murguía, M. C., Pierini, A. B., Rossi, R. A. (1999) "Reaction of *o*-Iodoaniline with Aromatic Ketones in DMSO. Synthesis of 2-Aryl or Hetaryl Indoles". Synthesis 2053.
- Bertorello, H. E., de Rossi, R. H., Rossi R. A. (1970) "Thermal Decomposition Reactions of Carboxybenzenediazonium Salts. II. 1,3-Dehydroaromatic Compounds from *m*-Carboxybenzenediazonium Salts". Journal of Organic Chemistry **35**, 3332.
- Bonaterrea, M., Martín, S. E., Rossi, R. A. (2003) "One - Pot Palladium-Catalyzed Reactions of Aryl Iodides with Stannyl-arsanes and Stannyl-stibanes". Organic Letters **5**, 2731.
- Bonaterrea, M., Martín, S. E., Rossi, R. A. (2006) "Palladium-Catalyzed Phenyl-Selenylation with *n*-Bu<sub>3</sub>SnSePh in One-Pot Two-Step Reactions". Tetrahedron Letters **47**, 3511.
- Bornancini, E. R. N., Alonso, R. A., Rossi, R. A. (1984) "One Pot Synthesis from the Metals of Symmetrical and Unsymmetrical Triaryl Phosphines, Arsines and Stibines by the  $S_{RN}1$  Mechanism". Journal of Organometallic Chemistry **270**, 177.

- Budén, M. E., Vaillard, V.A., Martin, S. E., Rossi R. A. (2009) "Synthesis of Carbazoles by Intramolecular Arylation of Diarylamide Anions". *Journal of Organic Chemistry* **74**, 4490.
- Budén, M. E., Dorn, V. B., Gamba, M., Pierini, A. B., Rossi, R. A. (2010) "Electron Transfer Mediated Synthesis of Phenanthridines by Intramolecular Arylation of Anions from *N*-(*o*-Halobenzyl) arylamines. Regiochemical and Mechanistic Analysis". *Journal of Organic Chemistry* **75**, 2206.
- Budén, M. E., Guastavino, J. F., Rossi, R. A. (2013) "Room temperature photoinduced direct C-H-arylation via base promoted homolytic aromatic substitution". *Organic Letters* **15**, 1174.
- Camps, P., Pujol, X., Rossi, R. A., Vazquez, S. (1999) "Synthesis of several 8-halopentacyclo[6.4.0.0(2,10).0(3,7).0(4,9)] dodecane derivatives". *Synthesis* 854.
- Camps, P., Lukach, A. E., Rossi, R. A. (2001) "Synthesis of Several Halobisnoradamantane Derivatives and their Reactivity through the  $S_{RN}1$  Mechanism". *Journal of Organic Chemistry* **66**, 5366.
- Córsico, E. F., Rossi, R. A. (2000a) "Reactions of Trimethylstannyl Ions with Mono, Di and Trichloro Substituted Aromatic Substrates by the  $S_{RN}1$  Mechanism". *Synlett*, 227.
- Córsico, E. F., Rossi, R. A. (2000b) "Synthesis of Mono-, Di and Tri- Phenyl Arenes by Sequential Photostimulated  $S_{RN}1$  and Pd(0)-Catalyzed Cross Coupling Reactions on Aryl Halides". *Synlett*, 230.
- Córsico, E. F., Rossi, R. A. (2002) "Sequential Photostimulated Reactions of Trimethylstannyl Anions with Aromatic Compounds Followed by Palladium-Catalyzed Cross-Coupling Processes". *Journal of Organic Chemistry* **67**, 3311.
- de Rossi, R. H., Bertorello, H. E., Rossi R. A. (1970) "Thermal Decomposition Reactions of Carboxybenzenediazonium Salts. I. 1,4-Dehydroaromatic Compounds from *p*-Carboxybenzenediazonium Salts". *Journal of Organic Chemistry* **35**, 3328.
- Guastavino, J. F., Barolo, S. M., Rossi, R. A. (2006) "One-Pot Synthesis of 3-Substituted Isoquinolin-1-(2H)-one and Fused Isoquinolin-1-(2H)-one via  $S_{RN}1$  Reactions in DMSO". *European Journal of Organic Chemistry* 3898.
- Guastavino, J. F., Budén, M. E., Rossi, R. A. (2014) "Room Temperature and Transition-Metal-Free Mizoroki-Heck-Type Reaction. Synthesis of *E*-Stilbenes by Photoinduced C-H Functionalization". *Journal of Organic Chemistry* **79**, 9104.
- Guastavino, J. F., Rossi, R. A. (2012) "Synthesis of Benzo-Fused Heterocycles by Intramolecular  $\alpha$ -Arylation of Ketone Enolate Anions". *Journal of Organic Chemistry* **77**, 460.
- Guerra, W. D., Rossi, R. A., Pierini, A. B., Barolo, S. M. (2015) "Transition Metal Free" Synthesis of Carbazoles by Photostimulated Reactions of 2'-Halo-[1,1'-biphenyl]-2-amines". *Journal of Organic Chemistry* **80**, 928.
- Kim, J. K., Bunnett, J. F. (1970a) "Evidence for a Radical Mechanism of Aromatic "Nucleophilic" Substitution". *Journal of the American Chemical Society* **92**, 7463.
- Kim, J. K., Bunnett, J. F. (1970b) "Alkali Metal Promoted Aromatic "Nucleophilic" Substitution". *Journal of the American Chemical Society* **92**, 7464.
- Laha, J. K., Barolo, S. M., Rossi, R. A., Cuny, G. D. (2011) "Synthesis of carbolines by photo-stimulated cyclization of anilino-halopyridines". *Journal of Organic Chemistry* **76**, 6421.
- Lockhart M. T., Chopa, A. B., Rossi, R. A. (1999) "Reactions of Haloarenes, Halohetero-arenes and Dihalobenzenes with Triphenylstannyl Anions in DMSO and Acetonitrile". *Journal of Organometallic Chemistry* **582/2**, 229.
- Lukach, A. E., Morris, D. G., Santiago, A. N., Rossi, R. A. (1995) "Intramolecular Electron Transfer Catalyzed Reactions by  $\alpha$ -Oxo and  $\beta$ -Oxo Substituents in the 1-Chlorobicyclo[2.2.1]heptane System". *Journal of Organic Chemistry* **60**, 1000
- Mandolesi, S. D., Vaillard, S. E., Podestá, J. C., Rossi, R. A. (2002) "Synthesis of Benzene- and Pyridinediboronic Acids via Organotin Compounds". *Organometallics* **21**, 4886.
- Martín, S. E., Bonaterra, M., Rossi, R. A. (2002) "One - Pot Palladium-Catalyzed Phosphination of Aryl Iodides with  $Ph_2PSnR_3$ ". *Journal of Organometallic Chemistry* **664**, 223.
- Palacios, S. M., Santiago, A. N., Rossi, R. A. (1984) "Photostimulated Reaction of 1-Haladamantanes and 9-bromotriptycene with Nucleophiles. A Nucleophilic Substitution by the  $S_{RN}1$  Mechanism at

- the Bridgehead Position*". Journal of Organic Chemistry **43**, 4609.
- Palacios, S. M., Rossi R. A. (1990) "Radical Mechanism of Nucleophilic Substitution on Halocyclohexane Systems". Journal of Physical Organic Chemistry **3**, 812 .
- Pierini, A. B., Rossi. R. A. (1978) "Synthesis of Arylphenylselenides by the  $S_{RN}1$  Mechanism" Journal of Organometallic Chemistry, **144**, C12.
- Pierini, A. B., Rossi. R. A. (1979a) "Photo $S_{RN}1$  Reactions of Phenyltelluride Anions with Haloarenes". Journal of Organometallic Chemistry **168**, 163.
- Pierini, A. B., Rossi. R. A. (1979b) "Photostimulated  $S_{RN}1$  Reactions of Phenylselenide and Phenyltelluride Ions with Halo and Dihaloarenes in Liquid Ammonia". Journal of Organic Chemistry **44**, 4667.
- Pierini, A. B., Peñeñory, A. B., Rossi. R. A. (1985) "Reaction of Neopentyl Bromide with Nucleophiles by the  $S_{RN}1$  Mechanism". Journal of Organic Chemistry **50**, 2739.
- Rossi, R. A., H. E. Bertorello (1967) "4-N,N-Dimetilamino-1,2-desidrobenceno" Anales de la Asociacion Quimica Argentina, **55**, 227.
- Rossi, R. A., de Rossi, R. H., Bertorello, H. E. (1971) "Thermal Decomposition Reactions of Carboxybenzenediazonium Salts. III. Attempts to Generate 1,3-Dehidrobenceno in Solution". Journal of Organic Chemistry **36**, 2905.
- Rossi, R. A., Bunnett, J. F. (1972a) "A Principle for Establishing a Carbon Chain on an Aromatic Ring in Place of Nitrogen, Oxygen, Fluorine, Sulfur, Chloride, Bromide, or Iodine Functionality". Journal of the American Chemical Society **94**, 683.
- Rossi, R. A., Bunnett, J. F. (1972b) "A General Conversion of Phenols to Anilines". Journal of Organic Chemistry **37**, 3570.
- Rossi, R. A., Bunnett, J. F. (1973a) "Arylation of Several Carbanions by the  $S_{RN}1$  Mechanism". Journal of Organic Chemistry **38**, 3020.
- Rossi, R. A., Bunnett, J. F. (1973b) "On the Dehydroxylation of Phenols by Cleavage of Their Diethyl Phosphate Esters with Alkali Metals in Liquid Ammonia". Journal of Organic Chemistry **38**, 2314.
- Rossi, R. A., Bunnett, J. F. (1973c) "Photostimulated Aromatic  $S_{RN}1$  Reactions". Journal of Organic Chemistry **38**, 1407.
- Rossi, R. A., Bunnett, J. F. (1974) "The Sense of Cleavage of Substituted Benzenes on Reaction with Solvated Electrons, as Determined by a Product Criterion". Journal of the American Chemical Society **96**, 112.
- Rossi, R. A., de Rossi, R. H., López. A. F. (1976a) "Reaction of 1-Halonaphthalenes with Nucleophiles by the  $S_{RN}1$  Mechanism of Aromatic Substitution" Journal of the American Chemical Society **98**, 1252.
- Rossi, R. A., de Rossi, R. H., López. A. F. (1976b) "A Molecular Orbital Approach to the  $S_{RN}1$  Mechanism of Aromatic Substitution" Journal of Organic Chemistry **41**, 3367.
- Rossi, R. A., de Rossi, R. H., López. A. F. (1976c) "Photostimulated Arylation of Cyanomethyl Anion by the  $S_{RN}1$  Mechanism of Aromatic Substitution". Journal of Organic Chemistry **41**, 3371.
- Rossi, R. A., Pierini A. B., (1980) "The Reactivity of Phenoxide Ion with Aryl Radicals". Journal of Organic Chemistry **45**, 2914.
- Rossi, R. A., Alonso, R.A. (1980) "Photostimulated Reactions of N,N-Disubstituted Amides Enolate Ions with Haloarenes by the  $S_{RN}1$  Mechanism in Liquid Ammonia" Journal of Organic Chemistry **45**, 1239.
- Rossi, R. A., Alonso, R. A., Palacios S. M. (1981) "Photostimulated Reactions of Potassium Diphenylarsenide with Haloarenes by the  $S_{RN}1$  Mechanism". Journal of Organic Chemistry **46**, 2498.
- Rossi, R. A., Palacios S. M. (1981) "Photostimulated Reactions of Alkylthiolate Ions with Haloarenes. Electron Transfer vs. Fragmentation of the Radical Anion Intermediate". Journal of Organic Chemistry **46**, 5300.
- Rossi, R. A., Palacios, S. M. Santiago, A. N. (1982) "Photostimulated Reaction of 1-Bromodamantane with Diphenylphosphide and Diphenylarsenide Ions.  $S_{RN}1$  Reaction at Bridgehead Halocompounds". Journal of Organic Chemistry **47**, 4654.
- Rossi, R. A., Santiago, A. N., Palacios S. M. (1984) "Reaction of 7-Bromonorcarane with Nucleophiles by the  $S_{RN}1$  Mechanism. Novel Nucleophilic Substitution on the Cyclopropane Ring". Journal of Organic Chemistry **49**, 3387.
- Santiago, A. N., Morris, D. G., Rossi. R. A. (1988a) "Disparate Re-

- activity of 4-Tricycyl Iodide and Chloride in the  $S_{RN}1$  Reaction; Bridgehead Revisited". *Journal of the Chemical Society, Chemical Communication* 220.
- Santiago, A. N., Iyer, S., Adcock, W., Rossi, R. A. (1988b) "Photostimulated Reaction of 1-Halo and 1,4-Dihalobicyclo[2.2.2]Octanes with Diphenylphosphide Ions by the  $S_{RN}1$  Mechanism". *Journal of Organic Chemistry* **53**, 3016.
- Santiago A. N., Takeuchi, K., Ohga, Y., Nishida, M., Rossi, R. A. (1991) "The Reactivity of 11-Chloro-3,3-dimethylbicyclo[2.2.2]octan-2-one in the Radical Mechanism of Nucleophilic Substitution", *Journal of Organic Chemistry* **56**, 1581.
- Vaillard, S. E., Postigo, A., Rossi, R. A. (2002) "Syntheses of 3-Substituted 2,3-Dihydrobenzofuranes, 1,2-Dihydronaphtho(2,1-b)furanes and 2,3-Dihydro-1H-indoles by Tandem Ring Closure -  $S_{RN}1$  Reactions". *Journal of Organic Chemistry* **67**, 8500.
- Vaillard, V. A., Guastavino, J. F., Budén, M. E., Bardagí, J. I., Barolo, S. M., Rossi, R. A. (2012a) "Synthesis of 6-Substituted 2-Pyrrolyl and Indolyl Benzoxazoles by Intramolecular O-Arylation in Photostimulated Reactions". *Journal of Organic Chemistry* **77**, 1507.
- Vaillard, V. A., Rossi, R. A., Argüello J. E. "Photochemical and Photo-physical Behavior of Indolyl Anions in Photostimulated Intramolecular Arylation Reactions". *Organic and Biomolecular Chemistry* **10**, 9255.
- Villar, H. O., Castro, E. A., Rossi, R. A. (1982) "Formation and Decomposition of Radical Anions. A Theoretical Study". *Canadian Journal of Chemistry* **60**, 2525.
- Villar, H. O., Castro, E. A., Rossi, R. A. (1984) "Fragmentation Rates of Aromatic Radical Anions and the  $\zeta^*\pi^*$  Orbital Crossing Point". *Zeitschrift fur Physikalische Chemie* **39**, 49.
- Yammal, C. C., Podestá, J. C., Rossi, R. A. (1992) "Reactions of Triorganostannyl Ions with Haloarenes in Liquid Ammonia. Competition Between HalogenMetal Exchange and Electron Transfer Reactions". *Journal of Organic Chemistry* **57**, 5720.
- Yammal, C. C., Podestá, J. C., Rossi, R. A. (1996) "Synthesis of Aryltin Compounds by Cleavage of Alkyl-tin Bonds with Sodium Metal in Liquid Ammonia Followed by  $S_{RN}1$  Reactions with Chloroarenes". *Journal of Organometallic Chemistry* **509**, 1.

# INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

## CIENCIA E INVESTIGACIÓN RESEÑAS

La Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias (AAPC) presenta esta nueva revista *on line*, cuyo objetivo es el de publicar reseñas escritas, por invitación, de prestigiosos investigadores argentinos sobre su trayectoria y sus logros científicos. Los artículos describen en el cuerpo central del mismo aquellos aspectos que cada investigador considera más relevantes tanto en su producción científica como en el tema. Dicho cuerpo puede incluir reflexiones sobre las razones que impulsaron a elegir una determinada línea de investigación, o a seguir una determinada línea de razonamiento, así como consideraciones sobre el marco institucional y la época en el que se desarrollaron las tareas. El lenguaje debe ser preciso, y apuntar a lectores que pueden ser colegas investigadores, educadores, profesionales o estudiantes universitarios que no necesariamente están familiarizados con los temas tratados. Puede incluirse opcionales *boxes* o recuadros que elaboren temas que se desea separar del cuerpo principal. Para ello se pueden emplear cuadros de texto, o texto normal con bordes externos. El artículo se complementa con una Semblanza, escrita idealmente por un colaborador cercano o discípulo, que sirva como presentación del investigador. Debe evitarse la rígida formalidad de un currículum, pero debe contener la información importante sobre la trayectoria del investigador.

Las reseñas se publicarán por invitación, tras análisis por parte del Comité Científico, constituido por prestigiosos investigadores de diversas disciplinas. La AAPC recibe con agrado sugerencias sobre investigadores a invitar, dado que uno de los objetivos es la creación de un archivo de las tareas de investigación que se llevaron a cabo en el país. En la primera etapa se contempla especialmente publicar contribuciones de investigadores mayores de 70 años.

Las instrucciones para los autores se dan a continuación.

### Presentación del manuscrito

El artículo podrá presentarse vía correo electrónico, como documento adjunto, escrito con procesador de texto *word* (extensión «doc») en castellano, en hoja tamaño A4, a doble espacio, con márgenes de por lo menos 2,5 cm. en cada lado, letra *Times New Roman* tamaño 12. No se dejará espaciado posterior adicional después de cada párrafo, y no se indentará el comienzo de los párrafos. Las páginas deben numerarse (arriba a la derecha) en forma corrida.

La primera página deberá contener: Título del trabajo, nombre del autor, institución a la que pertenece o última que perteneció y correo electrónico. Es conveniente incluir en esta primer página al menos tres palabras claves en castellano y su correspondiente traducción en inglés para facilitar su obtención a través de los buscadores de internet. A partir de la segunda página se desarrollará la reseña correspondiente. De ser posible es útil iniciar el escrito con un resumen o introducción que rápidamente ubique al lector en la persona y tema que trata la reseña. De querer agregarse una lista de citas de los trabajos publicados en su trayectoria la misma se colocará al final del texto siguiendo las instrucciones que se dan más abajo, y bajo el título **BIBLIOGRAFÍA** (*Times New Roman* 12, negrita alineado a la izquierda). La extensión del manuscrito total no excederá las 30 páginas a doble espacio, salvo consulta previa con los Editores.

En caso de ser necesario incluir ilustraciones, hacerlo al final y de no ser original deberá citarse su procedencia en la leyenda correspondiente. Es responsabilidad del autor asegurarse de contar con los permisos necesarios para su reproducción. En el texto del trabajo se indicará el lugar donde el autor desea ubicar la ilustración (haciéndolo en la parte media de un renglón en negrita y tamaño de letra 14). Es importante que las ilustraciones sean de buena calidad.

Se pueden incluir cuadros de texto con información que se desea separar del texto principal. Los cuadros de texto se escribirán en *Times New Roman* 12 con espaciado simple, y contendrán un borde sencillo en todo su perímetro; alternativamente pueden armarse usando la facilidad *cuadro de texto* de *Word*. Se puede agregar un título a cada cuadro de texto, en negrita, *Times New Roman* 12, alineado a la izquierda.

Por la naturaleza de las reseñas, es poco probable que se incluyan tablas. De presentarse esta situación, la misma debe contener un título en Times New Roman 12, **negrita + bastardilla**, centrado, arriba de la tabla.

La lista total de trabajos citados en el texto se colocará al final y deberá ordenarse alfabéticamente de acuerdo con el apellido del primer autor, seguido por las iniciales de los nombres, año de publicación entre paréntesis, título completo de la misma, título completo de la revista o libro donde fue publicado, volumen y página.

Ejemplo: Benin L.W., Hurste J.A., Eigenel P. (2008) *The non Lineal Hypercycle*. Nature **277**, 108-115. La reseña debe enviarse como documento word adjunto por correo electrónico a la Secretaría de la revista, [resenas@aargentinapciencias.org](mailto:resenas@aargentinapciencias.org) con copia al miembro del Comité Editorial de la revista o del Colegiado Directivo de la AAPC que formulara la invitación, y que actuará en la etapa de adecuación del manuscrito para asegurar que el mismo cumpla con todas las pautas editoriales. El material adicional (fotos, figuras, etc) se enviará también como adjuntos en el mismo mensaje.

### Precisiones complementarias

1. El Título, en la página 1, irá en negrita, mayúsculas pica 14, seguida, a doble espacio del nombre del autor, negrita, pica 12, seguida a doble espacio del nombre la institución o instituciones a las cuales quiere asociar su nombre, negrita, pica 12, seguida a doble espacio de la dirección de correo electrónico del autor, pica 12. Todo esto irá centrado. A continuación se dejarán tres renglones y se colocarán en renglones seguidos, espaciado sencillo con espaciado posterior de 6 puntos *palabras clave* y *keywords* en renglones separados.

Ejemplo:

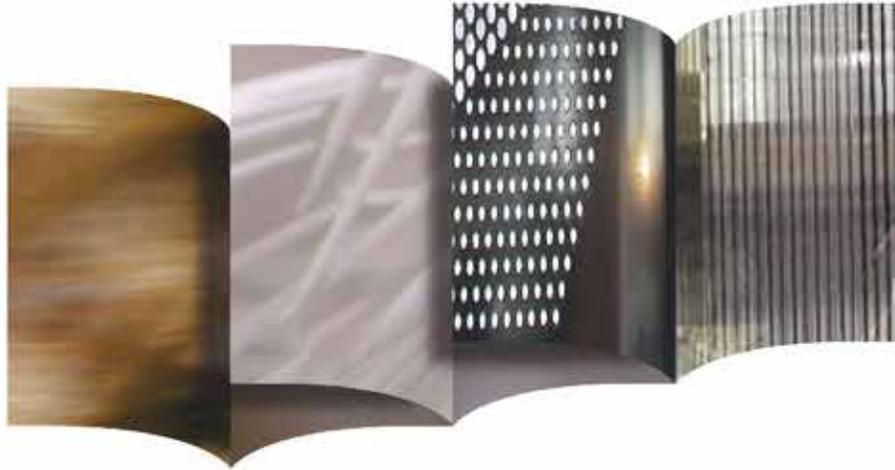
*Palabras clave:* Física nuclear; problemas de muchos cuerpos; coordenadas colectivas; teoría de campos nucleares; cuantización BRST.

*Keywords:* Nuclear physics; many-body problems; collective coordinates; nuclear field theory; BRST quantization

2. En caso que el manuscrito presente secciones y subsecciones, se procederá de la siguiente forma. Las secciones se numerarán 1., 2., etc, y el título de cada sección irá en negrita, mayúsculas, pica 12. Las subsecciones se numerarán 1.1., 1.2., etc, y el título irá en negrita, pica 12, con formato de oración (sólo comienza con mayúsculas). En la eventualidad de un nivel adicional de secciones, se numerarán 1.1.1., 1.1.2., etc, y el título ira en negrita + bastardilla (italics), pica 12, con formato de oración (sólo comienza con mayúsculas).
3. En el cuerpo del texto, las referencias se indicarán entre paréntesis, con el apellido del autor y el año de publicación. Si son dos autores, con los apellidos de los dos autores mediados por “y” y el año de publicación. Si son más de dos autores, con el apellido del primero seguido por “y col.” y el año de publicación.
4. Las palabras en idioma extranjero (incluyendo el nombre de instituciones en su idioma original extranjero) se escribirán en *bastardilla*.
5. Las citas textuales se escribirán en *bastardilla*
6. Las figuras podrán numerarse y contar con una leyenda. La leyenda se escribirá en *Times New Roman* pica 10, siguiendo el formato del ejemplo siguiente:

**Figura 1.** *Fotografía tomada en ocasión del X Congreso Argentino de Fisicoquímica, San Miguel de Tucumán, abril de 1997. De izquierda a derecha: Albert Haim, Néstor Katz y José A. Olabe*

7. Se debe proveer una foto del autor para ilustrar su artículo, y se debe sugerir el nombre de la persona que puede escribir la Semblanza.
8. El listado de referencias se escribirá con espaciado sencillo y espaciado posterior de 6 puntos.
9. Las notas al final se escribirán en espaciado sencillo, pica 10. Las notas al final se indicarán en el texto correlativamente, numerándolas 1,2, 3,... Si se usa Microsoft Word 2010, la inserción de notas al final se logra pulsando *Referencias, Insertar nota al final*, cuidando que el formato sea 1, 2, 3,... El formato se puede establecer pulsando *Notas al pie* (dentro de *Referencias*). Versiones anteriores de Word poseen opciones equivalentes.



## Desarrollo y gestión de proyectos científicos y tecnológicos innovadores

FUNINTEC es una organización sin fines de lucro creada por la Universidad de San Martín cuyo objetivo es promover y alentar la investigación, el desarrollo tecnológico y la transferencia de conocimientos a los sectores público y privado, sus empresas y en particular a las PyMES.

Dentro de los alcances previstos por la Ley de Innovación Tecnológica, funciona como vínculo entre el sistema científico tecnológico y el sector productivo.

**CONTACTO:**  
[www.funintec.org.ar](http://www.funintec.org.ar)

Fundación  
Innovación  
y Tecnología

**FUNINTEC**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN