

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



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)
Juan José Cazzulo (Bioquímica)
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 Francisco E. Baralle por Alberto Kornblihtt	5
Un viaje por la química y la medicina molecular Francisco E. Baralle	7

Semblanza de Horacio R. Corti por Darío Goldfarb y Federico Svarc	24
Fuera del equilibrio y disipando entropía Horacio R. Corti	26

Semblanza de Oscar Enrique Piro por Eduardo Ernesto Castellano	46
Una visión personal sobre la relación entre estructura cristalina y molecular y las propiedades de los materiales Oscar Enrique Piro	48

Semblanza de Isidoro B.A. Schalamuk por Raúl R. Fernández	65
50 Años de metalogenia e investigación de yacimientos Isidoro B.A. Schalamuk	67

Semblanza de Mario Albornoz por Lucas Luchilo	87
La gestión, entre la teoría y la experiencia Mario Albornoz	89

INSTRUCCIONES PARA AUTORES	107
---	-----

Ciencia e Investigación se publica on line en la página
web de la Asociación Argentina para el Progreso de las
Ciencias (AAPC)
www.aargentinapciencias.org

Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias

COLEGIADO DIRECTIVO

Presidente
Dr. Miguel Ángel Blesa*

Vicepresidente
Dra. Susana Hernández

Secretaria
Dra. Alicia Sarce

Tesorero
Dra. Lidia Herrera

Protesorero
Dr. Gerardo Castro

Miembros Titulares
Ing. Juan Carlos Almagro
Dr. Alberto Baldi
Dra Nidia Basso
Dra. María Cristina Cambiaggio
Dr. Eduardo Hernán Charreau
Dra. Alicia Fernández Cirelli
Dr. Alberto Pochettino
Dr. Carlos Alberto Rinaldi
Dr. Marcelo Jorge Vernengo
Dr. Juan Roberto de Xammar Oro

Miembros Institucionales:
Sociedad Argentina de Farmacología Experimental:
Dra. Graciela Noemí Balerio.
Sociedad Argentina de Hipertensión Arterial:
Dra. Ana María Puyó
Sociedad Argentina de Investigaciones Bioquímicas:
Dr. Luis Alberto Quesada Allué
Sociedad Argentina de Microscopía:
Dr. Raúl Antonio Versaci
Unión Matemática Argentina:
Dra. Ursula María Molter

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 – 4º Piso
(C1014AAE) Ciudad Autónoma de Buenos Aires – Argentina
www.aargentinapciencias.org

* En uso de licencia

Ciencia e Investigación Reseñas se propuso recoger las historias de vida de destacados investigadores argentinos de 65 años o más. Con las cinco reseñas de este número, ya han quedado registradas 95 historias de investigadores que atravesaron la turbulenta historia argentina reciente. En algunos casos, especialmente aquellos que inmigraron a la Argentina de jóvenes, también fueron afectados por las turbulencias mundiales.

Por una cuestión cronológica, en estas historias hay algunas, pero no muchas, visiones de la argentina de las décadas del cuarenta y del cincuenta. En cambio, repetidamente aparece la tristemente famosa “noche de los bastones largos” de 1966, hace 50 años. Esta semana se realizaron diversos actos de recuerdo y análisis de ese acontecimiento, que incluyó, por ejemplo, un reconocimiento a Mariana Weissmann por parte de los Ministros de Ciencia, Tecnología e Innovación y de Medios Públicos. Mariana es una de las autoras reseñadas en nuestro primer número.

Lógicamente, el espanto de lo que aconteció a partir de 1974 superó con creces lo visto anteriormente, y esos hechos también aparecen reflejados en los artículos de nuestra revista. La situación cambió a partir de la recuperación de la democracia en 1983. Al margen de las fuertes fluctuaciones en la importancia que las sucesivas administraciones dieron a la ciencia y la técnica, las cazas de brujas a lo sumo tomaron la forma de discriminaciones embozadas al comienzo de la gestión del Presidente Menem.

Ahora entramos en un debate que toma un cariz mucho más razonable. El cambio de signo político en la conducción del país vino acompañado por la continuidad de los equipos de ciencia y tecnología, y la confrontación de ideas toma la forma de distintas visualizaciones sobre cuán dependiente es la política científica del modelo socio económico. Yo personalmente creo fuertemente que el sistema de ciencia y técnica es indispensable para cualquier proyecto político, y que es un error atar el mismo a una determinada línea política. Al margen de las discrepancias, creo vislumbrar un fuerte consenso básico, sobre la necesidad de preservar, potenciar y aumentar las fortalezas logradas por el sistema durante el comienzo del siglo XXI.

En este número incluimos la reseña de Mario Albornoz, nombre indisolublemente ligado con la cientometría (¡no confundir con cienciología!) y por lo tanto al diagnóstico del estado de la ciencia en nuestro país y en nuestra región.

Horacio Corti nos cuenta su visión integradora de ciencia y tecnología que sirve para ilustrar los excelentes resultados que puede brindar la complementación y coordinación de las instituciones de nuestro complejo sistema de ciencia y técnica; esta coordinación es en buena medida todavía una asignatura pendiente.

Oscar Piro nos introduce en el mundo de la física del estado sólido; él es uno de los pioneros de una cristalografía vista como herramienta para resolver problemas de diversas disciplinas. También ilustra bien la complementación entre teoría y experimento en Física.

Francisco “Tito” Baralle a su vez nos presenta la historia de uno de los muchos emigrados científicos que demostraron la potencialidad de nuestros recursos humanos en los mejores laboratorios del mundo; su reseña nos pone en contacto con varios laureados con el premio Nobel, con Cambridge y Oxford en el Reino Unido, y con el Centro Internacional de Ingeniería Genética y Biotecnología de Trieste.

Isidoro Schalamuk nos lleva al mundo de la geología, y concluye con reflexiones muy oportunas sobre la importancia que está tomando en la actualidad la comprensión del funcionamiento del planeta Tierra en cualquier programación científica.

La irrupción militar de 1966 y sus consecuencias aparecen explícitamente en las reseñas de Albornoz, Baralle y Schalamuk, e incluso en la Corti, quien por edad no la vivió personalmente como universitario. Piro por su parte se refiere al tema con la muy respetable visión de un tozudo científico que no permitió que las turbulencias políticas lo apartaran de la exploración de las fronteras del conocimiento.

Espero que disfruten de este número tanto como de los anteriores.



Dr. Miguel Ángel Blesa

Buenos Aires, 31 de julio de 2016.

FRANCISCO BARALLE

por Alberto Kornblihtt

Mi semblanza de Francisco (Tito) Baralle será predominantemente personal. Hablaré de mi maestro y amigo por más de 35 años, influenciado por el afecto y la admiración que eso conlleva. Conocí a Tito en julio de 1980 cuando él ya tenía su propio grupo en Inglaterra y yo era estudiante de doctorado dirigido por Héctor Torres, en el Instituto de Investigaciones Bioquímicas, Fundación Campomar de Buenos Aires. Tito había sido invitado por Israel Algranati para dar un curso teórico práctico de biología molecular e ingeniería genética en Campomar. Los tesisas, que hasta ese momento sólo clonábamos genes en forma teórica, es decir leyendo papers, tuvimos la primera oportunidad de aprender a hacerlo de la mano de un pionero: alguien que trabajaba con Fred Sanger en el famosísimo Laboratorio de Biología Molecular del Medical Research Council (MRC) de Cambridge, Inglaterra. Sanger había sido el primero en obtener la secuencia de aminoácidos de una proteína, por lo que ya había recibido su primer Premio Nobel en 1958 y ya había inventado un ingenioso método para secuenciar ADN, por lo cual recibiría su segundo Premio Nobel en octubre de 1980.

El curso dictado por Tito fue espectacular e inmediatamente surgió la idea de que, una vez rendida



mi tesis doctoral, fuera a hacer mi postdoctorado a su laboratorio. Tito ya había elucidado las peculiaridades de las secuencias de bases de los ARN mensajeros y la relación con sus respectivos genes y sus trabajos habían sido "tapa" de la inalcanzable revista Cell. Además Tito reunía otras características valiosas para guiar a un postdoc argentino: había hecho su tesis doctoral en nuestro país y por lo tanto conocía las dificultades de investigar aquí, pero a su vez era consciente del entusiasmo y la mística que tenían los jóvenes doctores argentinos y la pasión que ponían cuando iban a trabajar al extranjero. De hecho él había sido uno de ellos y se había abierto camino en el exigente ambiente del MRC de Cambridge con rigor, originalidad y un esfuerzo personal que lo había llevado incluso a compensar, lavando vidrios, los escasos estipendios de una beca del British Council al comienzo de su aventura inglesa.

A los pocos meses de haber acordado que solicitaría una beca externa del CONICET para ir a Cambridge, Tito me anuncia por carta (era una era sin fax ni email) que su grupo se muda a Oxford y me pregunta que si igual quiero ir. ¡Qué pregunta! Claro que sí, cómo no voy a ir. Si bien en Cambridge se descubrió el electrón (Thomson) y la doble hélice del ADN (Watson y Crick), Oxford no se queda atrás con la ley de los gases de Boyle y la invención del término célula (Hooke). Además, las dos universidades compiten pero se consideran a sí mismas las únicas, a tal punto que los de una llaman a la otra "the other place". Por otra parte, era un gran avance para él ya que se convertía en un "don" (profesor) de una de las universidades más prestigiosas y elitistas del mundo, cargo para el cual los ingleses de alcurnia pagan miles de libras en educación y Tito llegaba, con orgullo y modestia, desde nuestra educación argentina pública y gratuita.

Gracias a Tito, los tres años que pasé en Oxford de 1981 a 1984 marcaron la forma y el contenido de mi ciencia hasta el presente. Él era el maestro ideal. Le encantaba ver los resultados crudos, analizarlos detalladamente, ver la evidencia con sus propios ojos, sospechar de los artificios y entusiasmarse con los descubrimientos. Jamás pretendía

imponer su criterio ni daba órdenes. Con él aprendí el verdadero sentido del director de una investigación. Aprendí que para ser jefe basta con ordenar, pero que un verdadero director guía y orienta. Recuerdo unauletilla recurrente en su discurso: "Si fuera vos, yo haría tal cosa..." Esta fórmula da libertad de acción pero a su vez marca el camino de quien tiene más experiencia. Y lo más importante, estimula el respeto intelectual por el director. Sin ese respeto, lamentablemente poco frecuente en la mayor parte de las relaciones jefe/becario, es imposible construir un marco epistémico productivo.

El laboratorio de Tito en Oxford era un hervidero de latinidad. Dominábamos los postdocs y jóvenes investigadores italianos y argentinos a quienes Tito se dirigía en voz alta en sus respectivos idiomas ante la sonrisa atónita de los colegas británicos. La conexión italiana de Tito era muy fuerte. De hecho, pese a ya ser Doctor en Química y Profesor de Oxford, Tito estaba completando sus estudios de Medicina, iniciados en Buenos Aires en 1968, en forma libre en Italia y viajaba regularmente a Nápoles para hacer prácticas y rendir exámenes. Tito desarrollaba su múltiples facetas: el químico orgánico, formado con Eduardo Gros en Buenos Aires, desarrollaba la síntesis de oligonucleótidos en Oxford; el genetista molecular clonaba y secuenciaba genes alterados en enfermedades metabólicas en la misma ciudad; el médico veía pacientes en Nápoles; el microbiólogo usaba sus artes para producir su propia cerveza en casa y el deportista ganaba todos sus partidos de squash y recorría en

bicicleta, con o sin nieve y cuatro veces al día, los 12 kilómetros que separan el laboratorio de Oxford de su casa en Kidlington, donde el padre de familia velaba por su mujer y sus cuatro hijos. Todo esto hecho con un enorme derroche de bonhomía porque, si hasta ahora no quedó claro, Tito Baralle es, ante todo, una buena persona. Y esa condición, juntada con inteligencia y sagacidad, se torna explosiva.

Las pinceladas de los tiempos de Oxford son representativas de la semblanza de Tito. Desde mi vuelta a la Argentina en 1984 seguí interactuando con él profusamente y viéndonos al menos una vez al año. Años después Tito pasó por una importante posición en Milán para luego ser nombrado Director General del International Center for Genetic Engineering and Biotechnology (ICGEB) de Trieste, con sedes asociadas en Nueva Delhi y Ciudad del Cabo. Desde este lugar Tito ha ayudado a crecer a la ciencia del "Tercer Mundo" con subsidios, becas y cursos y, quizás más importante aún, ha entrenado expertos y transferido tecnología de ADN recombinante para producir fármacos a países pobres que de esta manera desarrollaron capacidades independientes de las grandes multinacionales farmacéuticas. Tuve el privilegio de ser miembro del Consejo Científico del ICGEB durante 9 años y apreciar la obra gigante impulsada por Tito y el increíble reconocimiento y respeto que recibía de los representantes científicos de los países de Asia, África y América Latina por la tarea realizada. Era emocionante

ver la admiración por Tito de gentes de todos los acentos, todos los colores, muchos de ellos vistiendo saris y turbantes: las reuniones del Board of Governors del ICGEB parecían la asamblea de las Naciones Unidas y Tito, su presidente.

Esta semblanza no pretende hacer un pormenorizado análisis de la producción científica de Tito. Ya hemos dicho que fue un pionero en el clonado, secuenciación y caracterización de los genes eucariotas. Eran épocas en que los genes se analizaban uno a uno, cosa que él y muchos otros consideramos válida aun en el presente, donde las estrategias "genome-wide" están a la orden del día, aunque a veces con magros resultados conceptuales. Tito es pionero también en entender los mecanismos del "splicing" alternativo, el proceso que afecta al ARN mensajero y hace que cada gen pueda producir numerosas proteínas. Más recientemente el mundo científico descubrió que una proteína, llamada TDP43, que Tito estaba estudiando intensamente por su papel en el control de la expresión genética, resultaba clave en la etiología de numerosas enfermedades neurodegenerativas. Este hallazgo puso el trabajo de Tito en la palestra y demostró, una vez más, cómo la ciencia básica que estudia mecanismos moleculares desemboca, tarde o temprano, en avances en medicina y tecnología.

En resumen, Tito Baralle es un ejemplo de científico y de persona difícil de emular y me temo que toda semblanza se queda corta para quien no lo conoce personalmente.

UN VIAJE POR LA QUÍMICA Y LA MEDICINA MOLECULAR

Palabras clave: Estructura del ARNm, Splicing: mecanismos y defectos genéticos, neurodegeneración, cooperación científica internacional.

Key words: Structure of mRNA, Splicing: mechanisms and genetic defects, neuro degeneration, international scientific cooperation.

■ Francisco E. Baralle

International Center for Genetic Engineering and
Biotechnology
Copernicus Visiting Professor Universidad de
Ferrara

baralle@icgeb.org

Algunos años atrás escribí un pequeño capítulo sobre mi experiencia formativa en Argentina durante los años 60 y mi subsiguiente trayectoria profesional para los volúmenes celebrativos de los 100 años de la Asociación Química Argentina. Hago esta mención para disculparme anticipadamente ya que será difícil no repetir algunos pasajes de esos capítulos, siendo que lo que estoy contando aquí es la misma experiencia de vida.

Nací en el barrio de Pompeya, hijo de un obrero del Frigorífico Wilson y un ama de casa. Junto a otras dos familias habitaban una casa clásica para la época con piezas que daban todas a un patio y tenían en común la cocina y el baño. Algunos años después mi padre fue promovido a vendedor y nos mudamos a Vicente López donde tenía su clientela de carniceros. Allí cursé mi escuela primaria y luego fui a la escuela secundaria. La inicié en la Escuela Industrial N° 3 de Barracas; en el tercer año me decidí a cambiar de la orientación Mecánica a Química y pasé a la Escuela Industrial Otto Krause (EIOK) donde completé mis estudios de Técnico Químico en 1961.

Al terminar la escuela secundaria, mi preferencia era en temas más relacionados con Biología y Medicina. En aquella época el ingreso a esta última Facultad era posible sólo si se había cursado la Escuela Nacional y no la Escuela Técnica. Hice una tímida prueba de dar las equivalencias entre las dos escuelas pero finalmente me decidí a intentar la Química. Así, durante mi último año en el EIOK hice el curso de ingreso a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN) de la Universidad de Buenos Aires (UBA) donde me recibí de Licenciado en Ciencias Químicas en 1966. Allí mismo hice el doctorado y como graduado de la UBA pude inscribirme a Medicina. Mi período de investigador novato y estudiante de Medicina fue muy intenso, productivo y fue la plataforma para toda mi futura carrera profesional.

Este pequeño resumen de los inicios de mi formación, que expandiré más adelante, tiene el objetivo de enfatizar las oportunidades que da un país como Argentina. He vivido más de la mitad de mi vida en el extranjero y he visto las dificultades de los padres para educar a sus hijos, esta experiencia hace que la gratitud

que siento hacia el país que me formó no tenga límites.

Tuve mucha suerte porque encontré grandes oportunidades y grandes maestros, lo cual en investigación es de suma importancia, ellos son fundamentales, no tanto para enseñarnos cómo usar un aparato o una pipeta, sino para darnos el criterio y el conocimiento para reconocer un buen resultado y para tener el sentido común para elegir la mejor estrategia, de reconocer un artefacto y de dudar de todo. Parece simple pero elegir la estrategias de investigación, el diseño de los experimentos, los controles adecuados e interpretar correctamente el resultado requiere un largo entrenamiento, una buena dosis de desconfianza en uno mismo y una cultura científica muy amplia que vaya más allá del campo de investigación específico y se extienda a otras áreas del conocimiento.

El trabajar en ciencia ofrece una oportunidad de vida estupenda. Es muy importante no perder de vista que la ciencia y la investigación deben ser dirigidas por la curiosidad intelectual y no por la ganancia comercial. Los mayores descubrimien-

tos que luego tuvieron aplicaciones prácticas fueron frutos de la curiosidad y no de un plan premeditado que ya conocía el punto final. Cuando las políticas científicas de subsidios limitan o evalúan la ciencia con lo que se percibe como "útil" limitan severamente el horizonte del investigador y el conocimiento no puede ir más allá de lo que podemos imaginarnos en ese momento. Esto no está bien, hay que buscar siempre la sorpresa, lo inimaginable y luego darle una explicación racional.

■ LA UNIVERSIDAD COMO ESTUDIANTE

Como mencioné previamente, en 1961 y en coincidencia con mi último año en la EIOK me inscribí en el curso de ingreso de la FCEN. Como me interesaban muchísimo los sistemas biológicos y sus bases bioquímicas más que la patología, me convencí que la química está conectada a todas las ciencias, los límites difusos con la Física y la Biología, me convencieron que era un camino que dejaba todas las puertas abiertas.

Me encontré durante el Curso de Ingreso con un ambiente cultural-científico muy afín y todos mis años en la FCEN, incluido el Doctorado, fueron excitantes y felices. El Curso de Ingreso era un filtro bastante estrecho, en mi grupo de problemas al inicio éramos alrededor de 70-80 y terminamos menos de 20. El Curso de Ingreso a Química era para mí extremadamente simple, más fácil que lo que veíamos en la EIOK, allí pude reafirmar mi gran interés por la Biología ya que en la escuela se enseñaba poquísimo, durante esos 4 meses se me presentó en una forma panorámica que me resultó fascinante.

En el primer año de los cursos de matemática (Análisis, Álgebra), a pe-

sar de ser una materia no muy de mi agrado, abrieron mi mente iniciándome al método científico, a la observación, generación de hipótesis para explicar lo observado, diseños experimentales que sirvieran para probar, refinar o descartar esas hipótesis y recomenzar con nuevos experimentos. Aprendí allí a no perder demasiado tiempo en generar teorías que un experimento podía confirmar o desechar inmediatamente.

En 1962 la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, en la vieja sede de Perú 222, hoy parte de la histórica Manzana de las Luces, era un hervidero de entusiasmo y actividades sea científicas que políticas. En el último quinquenio las Instituciones universitarias habían recuperado su vigor, los estatutos autónomos estaban en plena vigencia y se respiraba el deseo de crecer en excelencia y el entusiasmo por la ciencia.

Mi carrera tuvo una serie de pausas y aceleraciones debido a algunos problemas con las materias matemáticas y a distracciones, como en el periodo en que la otra pasión de mi vida, mi actual esposa Clara, comenzó a ocupar gran parte de mi tiempo, ya que la conocí menos de un año antes en el que con su familia retornaría a Italia.

A partir del tercer año retomé un ritmo acelerado y completé la licenciatura en los cinco años reglamentarios, incluso agregando cursos adicionales de corte más bien biológico, como Introducción a la Zoología y a la Botánica, que ampliaron aún más mi panorama y aumentaron mi entusiasmo por la Biología.

En ese periodo era muy instructivo observar y, dentro de ciertos límites, estar involucrado en el juego político en los centros de estudiantes. Se sentía que se participaba en el gobierno colegiado de la universi-

dad, era una sensación agradable y nueva después del verticalismo de la escuela primaria y secundaria.

Faltando solo un año de materias a cursar, se interpuso la intervención de la Universidad, efectuada por el gobierno de Onganía en 1966.

Como todos recordarán y a los más jóvenes les habrá sido contado, fue un evento traumático, aunque si se lo compara a lo que sucedió 10 años más tarde parecería "inocuo". La segunda mitad del 1966 transcurrió llena de incerteza, un número considerable de docentes dejaron la Universidad, muchas cátedras quedaron vacías y el impulso intelectual dado por los dirigentes de la Universidad sufrió una violenta interrupción. Con gran dificultad completé los cursos que me faltaban, Análisis Biológicos, Microbiología, Anatomía y Fisiología. Mis últimos exámenes de Anatomía y Microbiología fueron los únicos dos sobresalientes de mi carrera, lo que muestra otra vez mi afinidad por la Biología y la Bioquímica.

En este punto, de golpe, todo se acabó. Tenía la idea de dedicarme a hacer Análisis Clínicos pero sin mucho entusiasmo; recuerdo todavía estar sentado en el patio de la vieja sede de Perú 222 reflexionando sobre qué hacer cuando me encontré con mi compañero de los últimos tres años, Carlos Mammarella. Él estaba iniciando su Tesis Doctoral con el Dr. Jorge Comín en el Departamento de Química Orgánica que estaba dirigido por el Dr. Venancio Deulofeu, y ante mi falta de decisión y convicción sobre qué hacer con mi futuro, me sugirió hablar con el Dr. Eduardo Gros recién retornado de los EEUU que trabajaba en biosíntesis de alcaloides (algo "bio", para darme el gusto) y estaba buscando su primer becario para el doctorado.

■ LA TESIS DOCTORAL

Eduardo Gros me aceptó como tesista con la condición de que ganara el concurso de ayudante de primera en el Departamento de Química Orgánica. En el ínterin, durante el verano de 1967, comencé a trabajar en su laboratorio en experimentos preliminares del eventual proyecto de Tesis. Tenía bastantes antecedentes docentes porque desde mi segundo año había sido Ayudante del Curso de Ingreso y Ayudante de Segunda en Química General e Inorgánica. El concurso también incluía un tema que debía ser expuesto oralmente en el pizarrón sin apuntes y sin transparencias o diapositivas (¡imposible para mí hoy día!). La presentación oral fue muy bien y obtuve el puesto. Mi primer banco de trabajo fue en el Laboratorio

llamado cariñosamente “la perrera”, porque era un lugar de cohabitación de tesisas bajos varios supervisores. Pronto descubrí que el “bio” de biosíntesis en mi proyecto era un prefijo lejano y que tenía que lidiar con Química Orgánica pura; por fortuna el trabajo en Orgánica me gustó inmediatamente. Preparé un alcaloide, la cuscohigrina, que había sido aislada de la planta *Atropa Belladonna* y cuya biosíntesis queríamos estudiar, puse a punto métodos de purificación y degradación para aislar los distintos carbonos de la molécula, operación que debía ser repetida cuando el precursor (acetato) marcado con C^{14} estuviera disponible. La inyección de acetato de sodio marcado en los C1 o C2 con C^{14} nos permitió identificar el origen de los distintos carbonos de la cuscohigrina. (Figura 1)

Las inyecciones del radioisótopo fueron un momento crucial con aspectos folklóricos como el vivero para las plantas que era una pequeña terraza dentro del intricado edificio de Perú 222, que daba a los techos del Nacional Buenos Aires y usábamos a veces los doctorandos para los almuerzos-picnic. Las sucesivas inyecciones se hicieron en contextos más profesionales, en los campos del INTA de Castelar, cuyas autoridades tenían una óptima relación con el Dr. Gros.

En esos meses nuestro grupo se mudó a laboratorios ubicados en un edificio más nuevo sobre el patio central, mejor preparado para trabajar con isotopos radioactivos.

Mi trabajo de tesis se desarrolló en forma linear y los resultados fue-



Figura 1: Grupo del Dr. Eduardo Gervasio Gros (1967/68). De izquierda a derecha F. Baralle, E. Gruñeiro, I. Mastronardi, E. Gros, A. Porto y A. Colonna.

ron publicados en cuatro artículos en las revistas *Phytochemistry*, *Journal of the Chemical Society* y *Anales de la Asociación Química Argentina*. La escritura de la tesis es el periodo que menos disfruté, en aquella época no existían computadoras y todo era hecho a mano o máquina de escribir, cada corrección implicaba rehacer las páginas y siendo su primer tesista, Gros no hacía concesiones y exigía perfección. Eventualmente defendí mi tesis en diciembre de 1969.

Todo mi periodo de doctorado fue hecho sin becas de CONICET u otras organizaciones; el sueldo lo ganaba como la mayor parte de mis compañeros en Orgánica, a través del cargo docente, dedicación exclusiva primero como ayudante de primera y luego como Jefe de Trabajos Prácticos. La docencia compren-

día supervisión de los trabajos prácticos y ocupaba 12 horas semanales.

Para tener más tiempo para la investigación tomé los turnos del viernes a la noche (18-22 hs) y sábado a la tarde y noche (14-18 y 18-22 hs). Los estudiantes que elegían estos turnos lo hacían casi siempre por razones laborales y frecuentemente eran muy motivados. Los sábados la ordenanza de turno compraba sándwiches que nos tenían de pie las ocho horas entre vapores de bromo o cloroformo, que nos llevábamos en el aliento a casa.

Fue un periodo de trabajo intenso y formativo del cual tengo un recuerdo muy agradable. Luego de mi tesis, durante el último año en el laboratorio de Gros participé en un proyecto que él había iniciado sobre biosíntesis de esteroides car-

díotónicos en el veneno secretado por las glándulas del sapo *Bufo paracnemis*. El coleccionar especies fue otra experiencia inusual para un químico orgánico. Junto a Gros y un becario de la OEA fuimos en una desvencijada vieja combi Volkswagen perteneciente al Departamento de Geología hasta el Chaco. En los alrededores de Resistencia, en yuyales cerca de cursos de agua cazamos sapos con nuestras manos y los trajimos a Bs.As. Los alimentábamos introduciendo pedazos de carne o hígado en la boca teniéndola abierta hasta que tragaban. El veneno era obtenido apretando las glándulas dorsales con los dedos, lo que provocaba la emisión, bastante violenta, del material que dirigíamos hacia una placa de vidrio. Una vez seco se rascaba el veneno del vidrio y se obtenía un polvo cristalino, que usábamos como material inicial en



Figura 2: El Dr. Israel Algranati y F. Baralle frente al retrato de Luis Leloir durante un ICGEB meeting efectuado en el Instituto Leloir en Noviembre 2015.

la purificación de los esteroides.

El proceso fue repetido luego de la inyección con precursores marcados con radioisótopos y el trabajo resultante fue publicado en el *Journal of Steroid Biochemistry*. Este trabajo me introdujo a los esteroides, moléculas fascinantes a las que acabo de volver, como contaré al final, con un trabajo apenas iniciado sobre hormonas esteroides, RNA *splicing* y fertilidad.

La formación como Químico fue fundamental en mi carrera y me dio la necesaria habilidad y amplitud de objetivos para comunicarme con otras disciplinas. Mi tiempo en la FCEN fue crucial y me inculcó una adicción al aprendizaje constante y a la investigación.

■ INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOQUÍMICAS

Hacia fines de mi tesis seguía fuertemente interesado en la Bioquímica y la Medicina. Como Licenciado en Ciencias Químicas ahora sí pude inscribirme a Medicina, además convencí a Gros en la utilidad de hacer el curso de Química Biológica II en el Instituto de Investigaciones Bioquímicas (IIB) Fundación Campomar (hoy Instituto Leloir) para aprender técnicas aplicables al proyecto de cultivo de tejidos mencionado previamente. El curso *full-time* consistía de una parte general de un mes y luego tres meses de trabajo dentro de uno de los grupos. Tuve la fortuna de incorporarme al grupo del Dr. Israel D. Algranati (Figura 2), el único que estaba trabajando en biología molecular, particularmente en el ciclo del ribosoma en bacterias. El IIB y su ambiente fueron otra revelación para mí. Trabajé con gran entusiasmo e intensidad, corriendo gradientes de sacarosa para aislar ribosomas y polisomas y estudiar el efecto de antibióticos en su for-

mación/disociación. El trabajo en el curso me dio la satisfacción de ser incluido entre los autores de la publicación sobre el tema hecho por el grupo de Algranati. El trabajo en el IIB era intenso y todos se sentían participantes en todos los proyectos, se discutía en todo momento, se interaccionaba con todos los grupos y se aprendían los trucos de la bioquímica. De todas maneras, fue mi característica de químico orgánico la que me ofreció oportunidades únicas. El ser un colaborador directo del Dr. Leloir era, como se pueden imaginar, la ambición de todos mis compañeros de grupo, sin embargo yo realmente tenía más interés en los temas de Biología Molecular y los ribosomas. Sorprendentemente me ofrecieron incorporarme al grupo del "Dire", como llamaban a Leloir, porque en esa época estaban aislando el Dolicol Fosfato Glucosa y necesitaban un químico orgánico que se ocupara de la parte estructural del lípido y sobre todo de su purificación a partir de hígado de cerdo (que se compraba en el Mercado de Belgrano). La oferta era muy tentadora y como Algranati además tenía el laboratorio lleno acepté en principio y tuve el privilegio de trabajar por unos meses en ese grupo. No obstante que el trabajo me gustaba mucho, por diversas razones sobre todo económicas y familiares unos pocos meses después, acepté un trabajo en el Instituto Nacional de Farmacología y Bromatología (INFYB) que además me daba la oportunidad de pasar un año en Roma donde mi esposa tenía su familia.

■ INSTITUTO NACIONAL DE FARMACOLOGÍA Y BROMATOLOGÍA

El INFYB se puede considerar el embrión de la actual ANMAT, instituido en los años 60 por el Dr. Arturo Oñativia, Ministro de Salud Pública del Gobierno de Italia y continuado por el Ministro de Bienestar

Social del gobierno militar, Francisco Manrique. En ese momento el Director era el Dr. Marcelo Vernengo, quien conocía del Departamento de Química Orgánica. Vernengo con su característica energía y entusiasmo estaba tratando de establecer un verdadero control de la industria farmacéutica y crear al mismo tiempo grupos de investigación básica en el campo químico farmacológico. Nuestro grupo consistía en tres personas que continuamos trabajos de investigación sobre el aislamiento y estudio de la estructura de alcaloides de distintas plantas argentinas. También, como colaboradores secundarios, teníamos que leer *dossiers* de fármacos para su autorización, un proceso que con mucha eficiencia era llevada a cabo por un grupo de excelentes químicos, farmacólogos y médicos que Vernengo había reclutado. Recuerdo que en esa época inicial Vernengo no contenía su entusiasmo y participaba en la apertura de los empaques con los que llegaban los nuevos equipos usando martillo y tijeras. Pocos meses después tuve la oportunidad de pasar un año en el *Istituto Superiore di Sanità* (ISS) en Roma. En cierta forma el equivalente del Instituto Nacional de Farmacología y Bromatología, dirigido en la época por un Químico Orgánico, también del área de productos naturales el Dr. G. Marini Bettolo. Él había visitado nuestro departamento unos meses antes. Con la ayuda del INFYB obtuve una beca del Instituto Ítalo Latinoamericano para ir a Roma al ISS. Este centro muy importante en Italia y encargado de varias actividades de control depende del Ministerio de Salud Pública italiano. En la década del 60 tuvo un periodo brillante de investigación científica con dos premios nobeles trabajando en él, Daniel Bovet (farmacología) y Ernst Boris Chain (penicilina). Desafortunadamente a fines de la década del 60 la agitación política causó un éxodo de científicos (Chain a

Londres y Bovet en un Instituto italiano dependiente del Consejo de Investigaciones Científicas, CNR). Mi periodo en el ISS desde el punto de vista científico fue un sonoro fracaso; y mejor no cuento desde el punto de vista anímico, cuando cuatro meses más tarde fue anunciado el Premio Nobel al Dr. Leloir, mientras yo estaba en Roma debatiéndome en proyectos de mínimo interés y buscando continuamente lugares alternativos donde desarrollar una investigación sólida y donde pudiese transferir mi beca. En ese periodo visité pidiendo hospitalidad varios institutos en Roma, uno de ellos era el dirigido por Daniele Bovet que había puesto a punto sistemas de estudio del comportamiento de los ratones bajo condiciones y tratamientos distintos. Con la asesoría de otro argentino, Miguel Lucero, quien contaba con una beca del CONICET y con el Dr. Bovet, nos pusimos a hacer experimentos paralelos en el *Istituto Superiore di Sanità* que estudiaban un problema todavía hoy día no resuelto completamente, el efecto del sueño sobre la memoria y los cambios metabólicos que suceden en el cerebro si se le impedía la fase de sueño REM. El diseño experimental, merito de Miguel, era muy ingenioso y la privación de sueño muy efectiva y específica. Desafortunadamente la metodología bioquímica que usé (estudio global de la síntesis de proteínas) era muy primitiva y los resultados no fueron concluyentes.

A mi regreso a Buenos Aires en la primavera de 1971 la Argentina estaba en agitación (en realidad, ¡el estado natural de Argentina es en agitación!). El gobierno estaba en manos de Alejandro Lanusse que había decidido llamar a elecciones. El ganador fue el candidato del partido justicialista Héctor Campora. Aunque el INFYB se había mantenido neutral, esta nueva situación llevó a una serie de dificultades para

Vernengo que desafortunadamente culminaron con su abandono de la dirección del INFYB. Con la nueva administración la importancia de la investigación fue reducida en el Instituto de Farmacología y Bromatología y la tarea de leer *dossiers* pasó a ser la ocupación principal. Por fortuna poco después de mi regreso fui nuevamente en comisión al IIB. En colaboración con el grupo de Algranati, donde iba en los momentos "libres" que no eran muchos pero suficientes para refrescarme, estudiamos un tema de interés del INFYB, el efecto de un fármaco anti Chagas (Lempit) sobre la síntesis de proteína en el cerebro. Puse a punto la preparación de ribosomas de cerebro de rata y estudiamos sus variaciones. Este trabajo tenía potencial muy interesante ya que el fármaco causaba una pérdida transitoria de la memoria de corto plazo en algunos de los pacientes tratados. Los resultados iniciales eran muy prometedores porque parecía que los ratones tratados con Lempit tenían perfiles ribosómicos distintos pero no pude concluir mucho por falta de continuidad de mi parte ya que debía cubrir no solo el INFYB sino también cargos docentes *part-time* en Farmacia y Bioquímica y en Ingeniería. Además en los turnos de noche estaba terminando de cursar las materias del ciclo básico de Medicina.

El caos en la universidad era considerable, con cambios radicales en la modalidad de enseñanza y exámenes. Debo decir (con vergüenza) que aproveché de estos cambios para acelerar mi carrera de Medicina. De todas maneras, mantuve un poco de dignidad y solidaridad con los colegas docentes ya que en un examen coloquial (donde los estudiantes nos teníamos que poner la nota nosotros mismos) no aprobé a uno de mis compañeros, que había confundido ovario con corazón

en un examen histopatológico. En cambio en las Facultades de Farmacia e Ingeniería sufría como docente la otra cara de este sistema. En la primavera de 1973 en una de mis semanas "libres" en Campomar presencié una visita del British Council promoviendo sus becas para Inglaterra. Vi esto como una oportunidad única para salir de una situación bastante intrincada (en gran parte de mi fabricación propia) y me presenté al concurso. El comité de selección fue otro de los grandes golpes de fortuna que tuve en mi vida, uno de los miembros era el Dr. Jorge Brieux quien me conocía muy bien del Departamento de Química Orgánica y suplió durante la entrevista mi falta de capacidad auto promocional. Así fue que obtuve la beca para Inglaterra, muy escasa desde el punto de vista económico. Una funcionaria del British Council me dijo directamente: con este sueldo se puede vivir sin familia y sin cine. Después de esta advertencia, con mi característico "sentido común" vendí la casa que había comprado gracias al préstamo hipotecario para universitarios en 1972 y me fui a Inglaterra con mi esposa y mis tres hijos (la cuarta nació en Cambridge).

■ EL MRC LABORATORY OF MOLECULAR BIOLOGY DE CAMBRIDGE

El delegado del *British Council*, durante la presentación en Campomar, enfatizó que el mejor modo para obtener un lugar de trabajo en un prestigioso laboratorio británico era si ellos nos proponían a la institución, o sea que el Council se ocuparía de conseguir un lugar para sus becarios. En mi ingenuidad seguí este consejo e indiqué el grupo del Dr. John Gurdon, en el MRC, *Laboratory of Molecular Biology* (LMB) donde, sin alguna referencia científica, ni siquiera consideraron el pedido del British Council. Así lle-

gué a Inglaterra a fines de agosto de 1974 sin tener un lugar de trabajo y no habiendo sido considerado por el LMB, la Universidad de Edimburgo y la de Sussex.

Fue entonces, tardíamente, que empecé a entender cómo funcionaban las cosas. Mi mentor, el Dr. Algranati, me puso en contacto con Cesar Milstein quien trabajaba en el LMB y me ayudó a conseguir un lugar con el Dr. Andrew Travers en la división del LMB liderada por Francis Crick y Sidney Brenner.

En lo que el British Council tenía razón era que la paga era insuficiente y tuve que pagar mi poco sentido común. Durante el primer año en Cambridge agregué algunas actividades a la mañana temprano y

a la noche, trabajando por hora en la limpieza de oficinas y otros edificios para ganar algo más. Era interesante encontrarme en las tardes en el laboratorio con los encargados de la limpieza (principalmente españoles y portugueses) que eran mis colegas en las actividades de la mañana y la noche. Los lunes a la mañana tenía un trabajo que daba más satisfacción, respondí a un aviso que buscaba "*strong reliable man*" y con poca autocrítica fui a ver de qué se trataba. El trabajo consistía en ayudar a la madrugada en el transporte de *punts* (los botes a pértiga que se usan en el río Cam) desde los depósitos hacia el taller de reparación y pintura y viceversa, para prepararlos para la temporada de primavera. Era estupendo al amanecer hacer este trabajo físico (se necesitaban al me-

nos cuatro hombres para mover un *punt*) en el marco muy sugestivo de los "*backs*" de Cambridge. En Navidad estuve muy orgulloso de ¡un *bonus* de 5 '*pounds*' por mi trabajo! Todo esto no me pesaba porque durante el día trabajaba en lo que siempre había deseado.

El LMB era en los años 70 y posiblemente lo es aún hoy día el mejor lugar para aprender biología molecular. El ambiente era vibrante los corredores repletos de premios Nobel pasados o que lo serían en el futuro (Figura 3) Fred Sanger, Max Perutz, John Kendrew, Francis Crick, Aaron Klug, Sydney Brenner, y por supuesto Cesar Milstein. Entre los que eran '*post doc*' o apenas comenzando la Carrera como investigadores independientes recuerdo



Figura 3: Nucleo original del Laboratory of Molecular Biology: Hugh Huxley, John kendrew, Max Perutz, Francis Crick Fred Sanger and Sydney Brenner

otro reciente Nobel, John Walker con quien jugábamos a squash frecuentemente. En esa época también recuerdo otros futuros Nobel como Roger Kornberg, Bob Horvitz y John Sulston. En 2010 escribí unas líneas sobre este periodo para mi capítulo en el libro titulado: *Relatos sobre Químicas y Químicos en la Argentina* de la AQA y allí escribí esta frase: “Me siento que hay que agregar científicos de la talla de John Gurdon una inexplicable omisión del comité Nobel, al menos por ahora”, con gran alegría corrijo esta afirmación ya que 2 años después en 2012, el merecido Nobel fue otorgado por su trabajo iniciado en los años 60 y que finalmente ha sido reconocido como el origen del actual furor sobre clonación de organismos (tipo oveja Dolly ya clonada en 1996 pero anticipada por Gurdon 34 años antes, en 1962 en el sapo) y la inducción de células madres partiendo de células adultas.

La motivación del Nobel fue: “for the discovery that mature cells can be reprogrammed to become pluripotent” o sea por descubrir el potencial de células adultas para diferenciarse y reiniciar el programa de desarrollo. Sin duda es muy cierto lo que dijo uno de los miembros del LMB: “acá es difícil fracasar o ir en bancarota porque se tienen muchos tíos ricos”, efectivamente observar grandes científicos como Max Perutz y Fred Sanger, que se parecían a nuestro Leloir en su sencillez y disponibilidad, desarrollar sus investigaciones era una experiencia impagable. Todo se hacía en un marco que dejaba gran independencia a los investigadores más jóvenes, dándoles la disponibilidad de usar todos los medios más avanzados de la época.

Una de las características que más me impresionó de la organización del laboratorio era el “Store

Room”. Acostumbrado a las dificultades y lentitud de provisión de reactivos y equipos en Buenos Aires, era extraordinario poder descender al subsuelo y pedir en el *store room* lo que necesitaba al encargado de turno, equipos pequeños y reactivos estaban disponibles de inmediato, a lo sumo en algunas ocasiones era necesario esperar como máximo un día.

El Jefe del servicio de compras era un personaje extraordinario, de una eficiencia asombrosa, le era indiferente si el pedido provenía del Director del Instituto (Max Perutz) o de un estudiante de doctorado apenas llegado. Mike conseguía todo, incluso me consiguió zapatos de fútbol para mi primer partido con el equipo del MRC.

No obstante todas estas facilidades, mi primer año no fue de lo más exitoso desde el punto de vista científico pero aprendí a moverme en este ambiente gracias a la ayuda de un colega chileno, Julio Celis, que trabajaba allí hacía ya varios años. Al terminar el primer año, de acuerdo con Andrew Travers, hablé con otros jefes de grupo y gracias a mi experiencia en la Química Orgánica, George Brownlee, de la división liderada por Frederick Sanger, me ofreció un lugar en su laboratorio. Esto fue una gran suerte para mí, esencialmente los proyectos que comencé entonces, en 1975, sobre la síntesis, estructura y función del RNA han proseguido en distintos sistemas hasta hoy en día.

El grupo de Brownlee transfería al RNA las técnicas que estaba desarrollando Sanger para el DNA. Mi misión era sintetizar los “primers” que la recientemente descubierta *Reverse Transcriptase Viral* debía usar para copiar el RNA en DNA, que a su vez podía ser secuenciado con las técnicas que estaba desa-

rollando Sanger. En 1975 no había “kits” ni máquinas automáticas de síntesis, ni siquiera transcriptasa reversa comercial, todo se preparaba a mano en el laboratorio. Decidimos sintetizar un oligonucleótido basado en un fragmento de secuencia de 15 nucleótidos del mensajero de beta globina de conejo cuya secuencia se conocía gracias al trabajo de un grupo de la *Rockefeller University* que la había aislado por protección con el ribosoma, y donde estaba presente la secuencia Adenina-Uridina-Guanina (AUG) que probablemente era el codón de iniciación que significa el amino ácido metionina y es común a todos los mensajeros celulares. La síntesis de un octanucleótido complementario a partir de esta secuencia duró 6 meses, hoy día una máquina lo hace automáticamente en unos pocos minutos.

Durante los años 1975 y 1976 teníamos que preparar nuestros propios nucleótidos protegidos en todos los grupos funcionales menos aquel donde se formaba la unión fosfodiéster.

Esto requería varias reacciones en medio anhidro y purificaciones en columnas casi siempre en cuarto frío (quién sabe no necesario pero esas eran las recetas de la época). Luego de sufridas semanas de preparar precursores protegidos y sucesivas condensaciones, llegué a purificar un hexanucleótido al cual, en el último paso, condensé el dinucleótido TpT (Timidina-fosfodiéster-Timidina) que era simple de preparar porque T no necesitaba protección.

Esta última condensación fue un parcial fracaso ya que obtuve solo 20% de rendimiento de octanucleótido, pero salvé el 80% de hexanucleótido. Paradójicamente este fracaso fue un golpe de fortuna ya que el octanucleótido era específico para beta globina de conejo, mien-

tras que después descubrimos que el hexanucleótido era complementario a todas las globinas de mamífero (alfa y beta de ratón, conejo y humana), lo que me permitió con una sola síntesis tener la oportunidad de secuenciar 6 mensajeros en su misteriosa región 5' no traducida (5' *untranslated region*, 5'UTR), hasta entonces nunca vista. Esto también nos permitió una publicación codo a codo con el grupo del Dr. Tom Maniatis y con mi amigo el Prof.

Nick Proudfoot. En ese número de la revista *Cell* yo publiqué el 5'UTR, Proudfoot el 3'UTR y Maniatis la región codificante. Poniendo estos 3 artículos juntos tuvimos la primera secuencia completa de un mensajero eucariótico, y la tapa de *Cell* en Abril 1977 (Figura 4).

Este trabajo me valió también mi primer viaje a EE.UU., invitado como orador a una *Gordon Conference*. Fue mi primer encuentro

con el mundo científico americano. Luego de la conferencia visité el laboratorio del Dr. W. Gilbert en Harvard, competidor de Sanger para el método de secuencia del DNA y co-ganador del Premio Nobel en 1980. La diferencia a favor de Sanger era enorme y efectivamente el método de Sanger es la base aún hoy de la secuencia automática que ha permitido completar varios genomas incluso el humano, y que hoy se usa rutinariamente en el diagnóstico clínico de enfermedades hereditarias, análisis forenses, etc.

Esta aventura químico-biológico molecular tuvo muchos efectos secundarios, en poco más de un año publiqué como único autor dos trabajos en *Nature* y dos en *Cell*, y en años sucesivos, varias publicaciones en revistas de primera clase. Además, y vale seguramente más, me gané un agradecimiento en el artículo que valió el segundo Premio Nobel a Frederick Sanger. Para desarrollar el método dideoxi de secuenciación de DNA, Sanger estaba preparando sus propios dideoxinucleótidos y tenía dificultad con dideoxi G. La guanosina es el nucleótido más delicado desde el punto de vista de grupos funcionales y me pidió una mano para hacerlo. Yo tenía abundante material de partida debido a los nucleótidos protegidos que había preparado para mis oligonucleótidos *primers*, realmente fue muy simple sintetizarlo y un honor inmenso hacerlo junto a Sanger.

■ LA SIR WILLIAM DUNN SCHOOL OF PATHOLOGY OXFORD:

Los seis años en MRC *Laboratory of Molecular Biology* fueron únicos y me marcaron para siempre, consolidaron el modo de enfocar el trabajo científico que había comenzado a aprender en la UBA. Esta sección la había comenzado con esta frase: "completé mi aprendizaje científi-

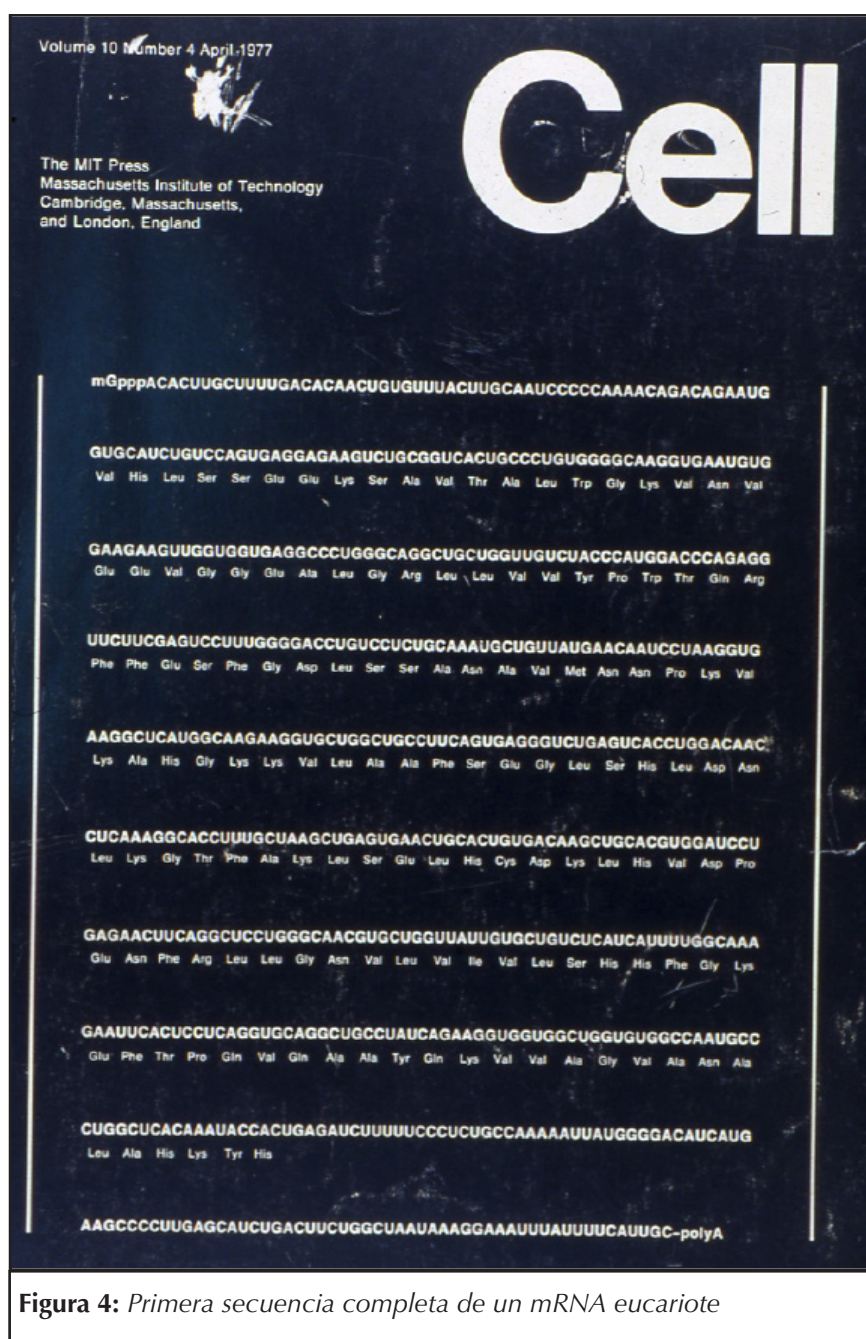


Figura 4: Primera secuencia completa de un mRNA eucariote

co" pero cambié por "consolidar" ya que en realidad en ciencia se sigue aprendiendo siempre y hacia el final veremos que en mi caso, en la vejez, hasta hay una regresión, que me gusta llamar rejuvenecimiento, a la condición de estudiante o recién graduado.

En los últimos dos años en el LMB se me renovaba el contrato año por año, y mis supervisores señalaban constantemente que a los 35 años debía tener un puesto autónomo e independiente. Tuve una oferta en la recientemente fundada *MRC Molecular Hematology Unit* en Oxford guiada por el Prof. David Weatherall y cuando las tratativas estaban prácticamente concluidas se me ofreció la oportunidad de quedarme un año más en Cambridge, lo cual yo acepté. Obviamente perdí el lugar en el MRC de Oxford y supongo que también, al menos en parte y temporalmente, el aprecio de David Weatherall. Ese año se concretó un llamado dentro de la Universidad de Oxford y en el año 1980 gané un concurso de *Lecturer* en la *Sir William Dunn School of Pathology* en Oxford; esta posición, creo equivalente a una de las categorías de Profesor en Argentina, venía unida a un puesto de tutor en Medicina (*Tutorial Fellow*) en el *Magdalen College*. Asimismo obtuve mis primeros subsidios ingleses del *Medical Research Council* y de la *British Heart Foundation*.

La vida universitaria en Oxford fue una gran sorpresa para mí. Obviamente no estaba preparado para este ambiente, lleno de antiguos rituales, compré mi primera (y única) toga de segunda mano porque era necesaria para todas las actividades en el *College* y también para los exámenes. Nunca dejé de sentirme ridículo vestido así cuando tomábamos exámenes a los futuros médicos y prefería largamente el laboratorio a la vida del *College*.

Antes de iniciar mi período en Oxford tuve la oportunidad de organizar un curso sobre técnicas de DNA recombinante en Buenos Aires. En aquella época estas técnicas (clonación y secuenciación de ácidos nucleicos) estaban poco difundidas en el mundo y que yo supiera nadie lo hacía en Argentina. Esto fue posible gracias a que el Dr. Algranati había pasado un año sabático en el laboratorio de Milstein en Cambridge, más o menos hacia el final de mi estadía en el LMB y discutimos con él la posibilidad de hacer algo en Buenos Aires. Así fue que alrededor de Julio de 1980 viajé por primera vez en seis años a Buenos Aires llevando conmigo todo lo necesario para el curso (reactivos, pequeño equipo, cepas de bacterias).

Trabajamos intensamente con un grupo de estudiantes seleccionados entre los doctorandos de la FCEN, el curso duró tres semanas y se trabajó de continuo. La gente del IIB me daba el apoyo infraestructural, soluciones, etc. Yo era el único docente tanto para las clases prácticas como para las lecciones teóricas, fue para mí una experiencia estupenda y creo que los estudiantes lo aprovecharon mucho.

En el periodo siguiente repetimos esta experiencia tres veces aproximadamente cada dos años, con enfoque similar. En la segunda vuelta en 1982 nos centramos en la clonación de cDNA, y en la de 1984, organizada con el Dr. Oscar Burroni, todo el grupo de estudiantes se concentró en diversas estrategias para clonar segmentos de rotavirus, un virus RNA doble hélice. Al final del curso conseguimos clonar uno de los segmentos del virus y hasta publicamos una nota con todos los estudiantes como autores en la revista *Medicina* de Buenos Aires.

En la ocasión del primer curso en 1980 uno de mis estudiantes era Alberto Kornblihtt que se encontraba haciendo su doctorado con el Dr. Héctor Torres. No fue difícil darse cuenta del valor de Alberto e inmediatamente le propuse que apenas terminara el doctorado viniera a Oxford a hacer el *post doc* conmigo. Para mi gran fortuna, él aceptó y un año después se unió a mi laboratorio iniciando una colaboración que continúa después de treinta años.

En Oxford cambié mi proyecto centrado en los genes de globina a los genes de apolipoproteínas, con un interés en enfermedades polifactoriales como la aterosclerosis, el síndrome polimetabólico, etc. Con la llegada de Alberto abrí una nueva línea sobre genes de la matriz extracelular, en particular la fibronectina que con su complejo proceso de *splicing* alternativo (que describimos con Alberto por primera vez en 1984) nos abrió la puerta para nuestra línea de investigación de las dos décadas sucesivas que todavía continúa hoy día. Efectivamente todavía hoy trabajo en *splicing* y he retomado el *splicing* alternativo de la fibronectina como control en mi nuevo proyecto de control hormonal del *splicing*. Sobrevivimos como argentinos viviendo en Inglaterra a la guerra de las Malvinas, la beca CONICET de Alberto fue cancelada, pero por fortuna mi Jefe de Departamento me permitió pagarlo de un subsidio mío, así que pudo continuar con nuestro proyecto. Por suerte a mí me habían perdido las trazas y no me congelaron la cuenta del banco, pero por varios años cada vez que tenía que salir de Inglaterra para dar una conferencia, aún para ir a Francia, era un trámite larguísimo con visa de reentrada.

Como estaba en un Departamento de Patología y trabajaba estrechamente con los colegas de Clínica

Médica y Hematología decidí revolidar en Europa mis estudios de Medicina. El trámite era más simple en Italia que en Inglaterra así que luego de infinitos trámites y legalizaciones conseguí el reconocimiento en la Universidad de Nápoles, de casi todos los cursos hechos entre 1968 y 1974 en Buenos Aires. Siguió una época de exámenes que tenía que insertar en medio de mis obligaciones a Oxford y un período de trabajo clínico que conseguí hacer a lo largo de un año tomando mini sábaticos en Nápoles y trabajando con pacientes también en Oxford, aprovechando la buena voluntad de mis colaboradores clínicos. Me convertí en un discreto aprendiz de endocrinólogo, en 1984 completé los exámenes en Nápoles y di mi "examen de estado", un examen clínico necesario para la habilitación profesional en Italia.

Así que en 1984 era un Médico Patólogo, no cambió mucho, simplemente volví a mi laboratorio de Biología Molecular dándole más énfasis clínico y manteniendo una vez a la semana un consultorio con pacientes principalmente con proble-

mas de dislipidemia y aterosclerosis precoz.

Entre 1984 y 1985 empecé a tener ofertas de trabajo que eran tentadoras porque en Oxford la situación profesional estaba estancada. Sin embargo, tenía un puesto vitalicio ("tenure"), podía ser *Lecturer* hasta mi jubilación. La vida no era incómoda (Figura 5) pero los sueldos eran bajos en Inglaterra y algunas ofertas de Estados Unidos lo cuadruplicaban. Por razones familiares preferíamos quedarnos en Europa. Después de muchos cambios y consideraciones apareció la posibilidad de un instituto internacional en Trieste dentro del ámbito de las Naciones Unidas, el *International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology* (ICGEB).

■ INTERNATIONAL CENTRE FOR GENETIC ENGINEERING AND BIOTECHNOLOGY

Esta institución tiene una historia muy interesante, alrededor de los años 1982 y 1983 un grupo de científicos originarios de países en vías de desarrollo propuso a la ONU

(Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial con base en Viena) la creación de una institución dedicada a la formación de científicos del "tercer mundo" en las nuevas técnicas de clonación y expresión génica en base a la naciente industria biotecnológica. Así se inició el proyecto del *International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology* (ICGEB). El Consejo Científico de este proyecto estaba integrado por figuras ilustres de la Bioquímica y la Biología de los países en vías de desarrollo y el Dr. Luis Leloir era parte del mismo. En la época en que en Argentina el Secretario de Ciencia y Técnica era el Dr. Manuel Sadosky (1984/1985) fui propuesto como director general de este instituto naciente pero el puesto fue otorgado primero a un americano (Irwin Gunsalus) y luego a un italiano, Arturo Falaschi. Este último en 1990 me propuso dirigir la sección de Trieste del ICGEB, en donde me integré como Director de Componente. En 2004 pasé a ser el Director General de esta organización que contaba con laboratorios en Trieste y Delhi.

En este periodo tuve el apoyo de grandes científicos latinoamericanos que eran parte del *Council of Scientific Advisors* (CSA) del ICGEB o del *Board of Governors*. Entre los argentinos debo nombrar al Dr. Héctor Torres que fue un consejero de gran fuerza y utilidad aportando su experiencia científica y de gobierno. Él me acompañó hasta que obtuve la dirección general del ICGEB. Su fallecimiento ha sido un gran golpe para todos nosotros.

Durante mi gestión como Director General tuve el apoyo invaluable como miembro del Consejo Científico de mi colega y amigo Alberto Kornblihtt. Recuerdo con gratitud el aporte de otros destacados miembros de distintos países en el Con-



Figura 5: La vida en Oxford no era particularmente incómoda y bicicletear 8 Km al trabajo era divertido aun con la nieve en primavera



Figura 6: Visita al ICGEB Delhi (India) del Presidente Italiano: De izquierda a derecha: F. Baralle, el Presidente Ciampi y el Director del ICGEB Delhi Virander Chauhan



Figura 6 bis: Visita a la ICGEB Delhi Malaria Research Unit.

elegida como sede, este tercer Componente fue inaugurado en 2007 con la participación del entonces Presidente de Sudáfrica Thabo Mbeki (Figura 7).

El programa de doctorado en el ICGEB fue iniciado en colaboración con universidades locales de sede Trieste, Delhi o Ciudad del Cabo pero fue también extendido a universidades de otros países, fueran miembros como la Universidad de Nova Gorica (UNG) en Eslovenia o no miembros como la *Open University* del Reino Unido. El trabajo con UNG dada la vecindad física de las dos ciudades ha dado impulso a múltiples colaboraciones y tuvo el honor de ser premiado con una medalla de oro a la cooperación internacional por la Universidad de Nova Gorica (Figura 8).

Otros honores que he obtenido por el trabajo de cooperación, por lo que me siento particularmente feliz, fue el otorgamiento del título Doctor en Medicina Honoris Causa por la Universidad de la República, Uruguay.

Recientemente hemos abierto un pequeño laboratorio ICGEB en colaboración con el MINCYT en el nuevo Polo Tecnológico de Giol. Tanto el Ministro Barañao como yo esperamos que eventualmente este laboratorio se convierta en un Componente Sudamericano del ICGEB.

sejo Científico y en el Consejo de Gobernadores: Jorge Allende (Chile), Luis Herrera Martínez (Cuba) y Rafael Radi (Uruguay) corrientemente miembro activo del Consejo científico.

Personalmente estoy muy satisfecho de mi gestión como Director del Componente de Trieste y luego como Director General del ICGEB, he tenido grandes alegrías científicas e institucionales. Entre estas

últimas menciono los sucesos del Componente de Delhi (India) del ICGEB que al inicio de mi mandato fue visitado por el entonces Presidente Italiano Carlo Azeglio Ciampi. (Figura 6) En aquella ocasión con la delegación italiana se discutió la posibilidad de abrir un nuevo Componente del ICGEB en África. Luego de largas negociaciones la Universidad de Ciudad del Cabo (UCT) que fue

Desde inicios de los años 90 introduje en el ICGEB una actividad que considero de importancia fundamental para la misión del Centro y esto es una plataforma transnacional dedicada a transferir tecnología a compañías o instituciones de los países miembros que facilite la producción de fármacos biosimilares (insulina eritropoyetina, interferones, factores de estimulación de los granulocitos). Aproveché mi expe-



Figura 7: El Presidente de Sudafrica Thabo Mbeke inaugura el Componente de Ciudad del Cabo del ICGEB



Figura 8: Entrega de la medalla de oro a la cooperación internacional por parte de la UNG.



Figura 8 bis: En la misma ceremonia fue premiado el ex primer ministro de Italia y ex Presidente de la Unión Europea Romano Prodi.

riencia en Oxford como asesor de una Compañía dedicada a la producción biotecnológica de factores de coagulación para establecer una

unidad dedicada a los biosimilares en el ICGEB. Ha tenido gran suceso, y biosimilares producidos con nuestra tecnología están en el mercado

en países como Irán, Emiratos Árabes Unidos, Bangladesh, Argentina, Venezuela, Cuba, Egipto India y China. El periodo de training de los

científicos provenientes de las empresas de los países miembros lleva de uno a dos meses y el ICGEB recoge un arancel por esta actividad que es reinvertido en investigación.

Al cumplir dos periodos como Director General los estatutos del ICGEB no prevén la reelección, en mi caso fui prorrogado por un año hasta la elección de mi sucesor en 2014. Me retiré de la Dirección dejando un instituto en óptima salud con un total de 500 personas dependientes y un programa de becas, cursos y subsidios en más de 60 países miembros.

El objetivo del Centro es aumentar la capacidad científica en los países miembros, lo que permite interaccionar con científicos de *backgrounds* muy distintos, pero con la pasión común por la ciencia. Da muchísima satisfacción seguir el desarrollo de los becarios que reci-

bimos apenas egresados con preparación muy variada y luego de tres o cuatro años ubicarlos como *precia-*dos *post docs* en los mejores laboratorios del mundo. Aún más cuando regresan a su país, el Centro los ayuda con subsidios para facilitar su desarrollo en el país de origen. Obviamente, la mayor cercanía cultural la tengo con los argentinos de todos los niveles becarios *pre* y *post doc* e investigadores que pasaron, o aun trabajan en el Centro.

En el 2010 tuve la gran satisfacción de que mi actividad relacionada a la Argentina fue reconocida con el Premio Raíces (Figura 9).

Por suerte a pesar de que el cargo de Director General tenía una carga administrativa considerable conseguí no dejar la investigación. He continuado con el estudio de mecanismos de *splicing*, principalmente en el contexto de enfermedades he-

reditarias, incluyendo la promoción de metodologías diagnósticas para este tipo de mutación, que no son fácilmente distinguibles por simple secuencia genómica de polimorfismos inocuos. El grupo que dirijo se ha mantenido a la vanguardia de este campo y recientemente una proteína llamada TDP 43 que habíamos identificado y caracterizado por su rol en defectos de *splicing* en el gen de la fibrosis quística ha cobrado nueva importancia. Efectivamente esta proteína ha sido descripta como la molécula responsable de las inclusiones que se ven en las neuronas de pacientes con enfermedades neurodegenerativas como esclerosis lateral amiotrófica y algunas formas de demencia. Hasta 2006, el nuestro era el único laboratorio que se ocupaba de esta proteína y este descubrimiento nos catapultó al frente a la investigación de la patogénesis de la neurodegeneración. Como siempre creo que no debemos dejar la ciencia de base, nuestro laboratorio se está concentrando en las propiedades funcionales y estructurales de TDP 43. Con esto estoy gozando de un retorno a la Química porque estamos caracterizando en detalle la interacción entre la proteína y la secuencia de ARN que reconoce en complejos RNA-Proteína.

TDP 43 es una proteína estructural y funcionalmente conservada durante la evolución, hemos demostrado que las proteínas humanas y de *Drosophila* son intercambiables en células y tejidos de uno u otro organismo. Estamos modelando las consecuencias de la falta de funcionalidad de TDP 43 en un organismo como la mosca que es fácil de manipular genéticamente y tiene un tiempo generacional muy corto.

Hemos demostrado que los agregados citoplasmáticos de TDP 43 pueden ser inducidos por un péptido similar a secuencias de priones.



Figura 9: El Ministro de Ciencia Tecnología e Innovación Productiva entrega del Premio Raíces 2010.

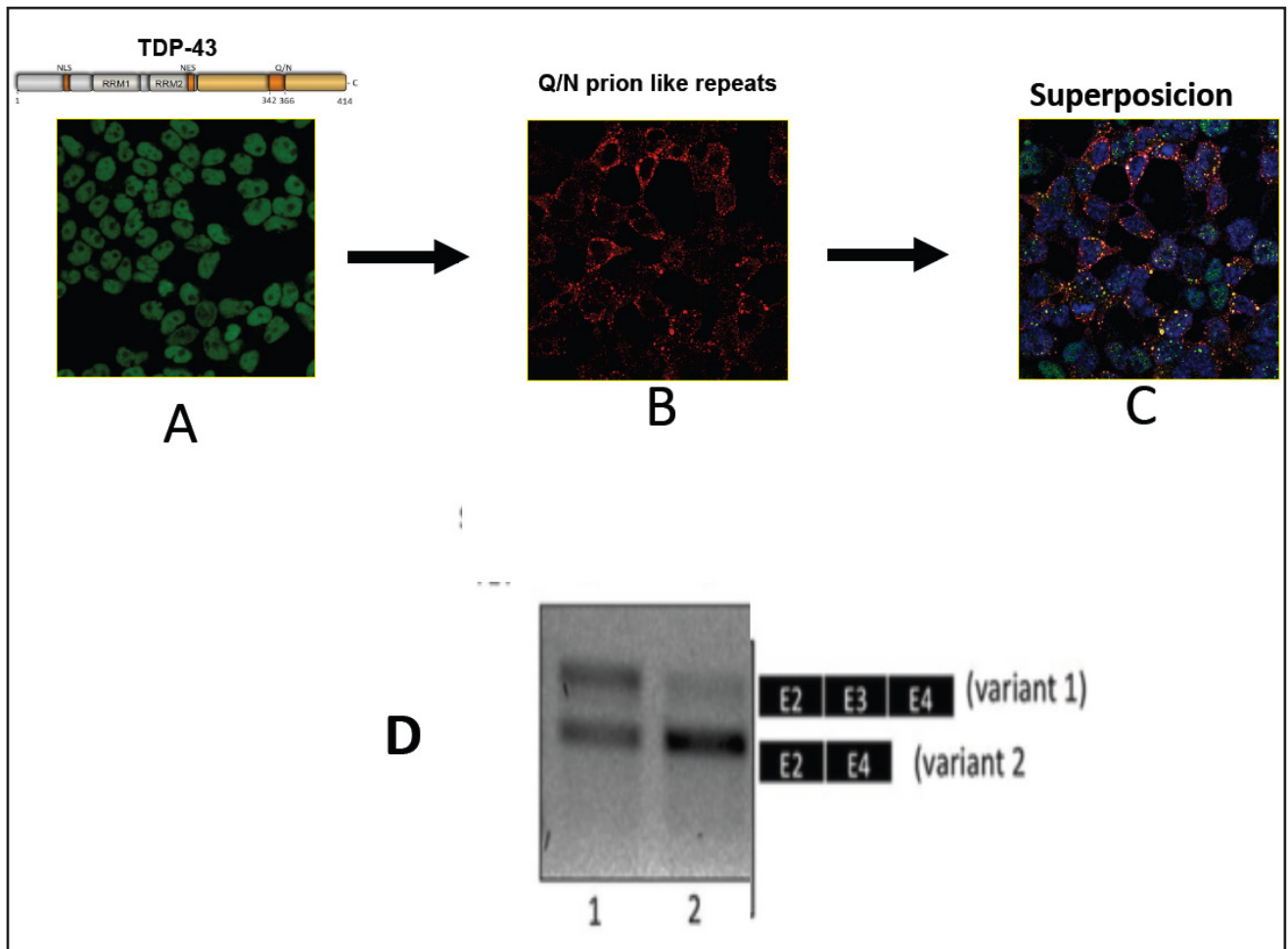


Figura 10: TDP 43 es una proteína que se expresa en casi todas las células del organismo, esta predominantemente localizada en el núcleo celular pero “shuttles” del núcleo al citoplasma. Se cree que su agregación en el citoplasma de las neuronas motoras en los pacientes con esclerosis lateral amiotrófica conduzca a una pérdida de función de TDP 43 probablemente en el *splicing* o transporte de mRNAs específicos de estas neuronas.

Hemos desarrollado un modelo celular que imita este proceso expresando en la célula un péptido que contiene 12 repeticiones de una secuencia de 30 amino ácidos de la región C-terminal de TDP 43 rica en asparagina (N) y glutamina (Q) con características similares a los priones (“prion like”). Este péptido Q/N agrega en el citoplasma de la célula y captura la TDP 43 durante su “shuttling”. Cuando los agregados son suficientemente numerosos y grandes capturan más TDP 43 de la que la célula puede producir y la concentra en el citoplasma causando un déficit en el núcleo celular que lleva a alteraciones de *splicing*. En la figura se ve en el panel A células normales en que la proteína TDP 43 es expresada y puede ser vista principalmente en el núcleo revelada por inmunofluorescencia verde. En el Panel B el péptido “prion like” ha sido inducido y se lo ve como agregados puntiformes revelados con inmunofluorescencia roja, se nota que son predominantemente citoplasmáticos y el perfil nuclear vacío. En el Panel C se ve una sobre posición de la inmunofluorescencia de TDP 43 y de los agregados, los núcleos han sido revelados con una coloración azul (DAPI) para mayor claridad. Se puede apreciar que casi no hay fluorescencia verde y que TDP 43 está ausente en los núcleos. Se pueden ver señales amarillas en el citoplasma que derivan de la colocalización de los agregados (rojo) con la TDP 43 (verde). En estas condiciones no hay TDP 43 funcionando y esto se confirma por la alteración del *splicing* de un gen endógeno llamado polidip 3 usado aquí como marcador de la disfunción. En el panel D se ve un fraccionamiento por gel electroforesis de una amplificación de un segmento de mRNA de polidip 3 comprendiendo exones 2, 3 y 4. El exón 3 es *spliced* alternativamente y en las células normales están presentes dos isoformas, una con y otra sin el exón 3 (canal 1 del gel), en cambio en las células con los agregados y por tanto sin TDP 43 nuclear hay solo una isoforma con el exón 3 ausente (canal 2).

Estos agregados citoplasmáticos de TDP 43 (una proteína prevalentemente nuclear) secuestran la nueva TDP 43 sintetizada por la célula no permitiendo que el núcleo tenga suficiente TDP 43 para una función normal, esto se ve claramente por cambios en suplican de genes que necesitan esta proteína. (Figura 9) En el modelo de *Drosophila* hemos demostrado que la presencia del "prion like peptide" constitutivamente desde el embrión causa pérdida de locomoción solo en la mosca adulta a mitad de su vida. Recientemente hemos visto que tanto en la mosca como en los mamíferos los niveles de proteína (TDP 43 en el ratón, TBPH en la mosca) se reducen con la edad y sólo cuando su nivel

es cuatro o cinco veces menor que al nacimiento se produce la pérdida de locomoción. Esta puede ser la razón por la cual la SLA se manifiesta usualmente entre los 50 y los 70 años.

También he retomado mi vieja pasión por la Medicina y estuve en el año 2015 como interno de un colega triestino Luigi Cattin en el reparto de Medicina Interna para sacar el óxido a mis conocimientos médicos (con poco suceso quizás) y actualmente he iniciado un nuevo proyecto que fusione la endocrinología, la obstetricia-ginecología en los aspectos de reproducción asistida y mi experiencia en el campo del *splicing* alternativo del pre mRNA.

En particular el enfoque es en los cambios de procesamiento del RNA que suceden durante los tratamientos hormonales para aumentar la receptividad del endometrio y facilitar el implante del embrión.

A esto me refería cuando dije antes que el aprendizaje no termina nunca y es un estímulo para la mente. Les contaré en los próximos dos o tres años como evoluciona esta nueva aventura, en la que me estoy divirtiendo mucho y espero abrirá nuevos caminos de investigación en lo que ahora se llama Biomedicina y me permita continuar la aventura de la investigación científica.

¡¡Oferta!!
Pipetas y
Artículos
Plásticos



ThermoForma

ThermoLabsystems



Nikon



ThermoSorvall



ThermoSorvall



Oferta promocional. Precios especiales de pipetas, frascos y artículos plásticos hasta el 30-6-2007.

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



Thermo

TMC



FOTODYNE

convion

HITACHI

TELEDYNE ISO
A Teledyne Technologies Company

harsco

Molecular Devices

HORACIO ROBERTO CORTI

por Darío Goldfarb y Federico Svarc

Darío Goldfarb:

Detenerse a reflejar la trayectoria profesional de Horacio como investigador y docente significa revisar parte de la historia de instituciones científicas argentinas de amplio reconocimiento como INTI, FCEN y CNEA. De la misma manera, es posible reconocer en Horacio la influencia cercana de figuras icónicas del campo de la Termodinámica como Prausnitz y Pitzer. Aquellos que tenemos la suerte de haber sido sus discípulos y haber trabajado bajo su dirección reconocemos en él la figura de científico, educador y tecnólogo ineludible. Su liderazgo en la División Físicoquímica del Moderador y Refrigerante (CNEA) contribuyó a elevar el prestigio del grupo en el área de ciclo vapor/agua y termodinámica de electrolitos en condiciones extremas de temperatura y presión a nivel internacional. Paralelamente, esta tarea fue complementada con la co-dirección (junto con Roberto Fernández Prini) del Grupo de Termodinámica Química en el Depto. de Química Inorgánica, Analítica y Química Física (FCEN-UBA), resultando en una interacción altamente sinérgica entre ambos grupos de investigación. Las líneas de trabajo y redes de colaboración generadas a través de ambas instituciones se extienden hoy a las áreas de físicoquímica de soluciones acuosas sobreenfriadas/vítreas y



celdas de combustible, tanto localmente como a nivel mundial, continuando su larga tradición de practicar ciencia básica y aplicada de alta calidad, productividad y reconocimiento. Algunos de los novedosos sistemas experimentales contruidos y observaciones realizadas a lo largo de décadas de investigación han resultado en transferencias tecnológicas a centrales nucleares, universidades y empresas del rubro energético, alimenticio y farmacéutico.

En su incansable tarea como educador, Horacio ha contribuido tanto a la formación universitaria de grado y posgrado de incontables científicos e ingenieros, como a estimular el interés temprano por la ciencia de estudiantes secundarios, ya sea como docente en universidades o a través de proyectos de divulgación científica, demostrando que la enseñanza de la ciencia y la práctica de la investigación científica son frecuentemente indivisibles.

Más allá de la transmisión formal del conocimiento científico en el aula o en el laboratorio, Horacio nos ha sabido inculcar la utilidad e importancia del ingenio personal y la perseverancia frente a la adversidad en el diseño de experimentos y realización de proyectos. Este modo de trabajo innovativo ha permitido acceder a una variedad de sistemas experimentales y estudiar propiedades físicoquímicas que resultan inalcanzables con técnicas convencionales. Tal vez esta habilidad peculiar sea uno de los aspectos que lo diferencian del común de los investigadores y educadores, y que algunos de sus discípulos hemos aprendido e incorporado como atributo profesional distintivo.

Federico Svarc:

Con Horacio somos casi coetáneos. Los dos años de diferencia que nos separan, casi al tiempo infinito con el que vivimos nuestro presente, parecen no hacer diferencias. Sin embargo, hicieron muchas. Horacio comenzó su carrera universitaria en 1968, mientras que yo hice lo propio (también egresado de escuela técnica) en 1970. En la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA) sufrimos (ó amamos, según el caso) los mismos maestros y las mismas carencias. Cuando en Septiembre de 1974 la misión Ivanishevich tuvo el “agrado” (literalmente) de cesan-

tearnos de nuestros cargos en la facultad, Horacio llevaba un tiempo trabajando en su tesis doctoral, en tanto que yo recién la había comenzado. A partir de ese momento, los caminos fueron divergentes. Él siguió con su carrera académica, migrando poco después al INTI. En tanto que yo me vi obligado a buscar trabajo en la industria.

No obstante, me había quedado el gusto amargo de una etapa inconclusa y el amor por la ciencia y por la fisicoquímica. El tiempo pasó y recalé en la industria cosmética. Finalmente, volvió la democracia y algunos de los renunciantes del 66 volvieron a Exactas. Entre ellos, Roberto Fernández Prini y algunos de sus colaboradores en CNEA. En 1984, durante la presidencia de Raúl Alfonsín, se volvió a convocar a concursos abiertos y obtuve un cargo de Jefe de Trabajos Prácticos dedicación simple en el DQIAFQ. Al comienzo, solamente hice docencia, pero el “bichito” te la investiga, que había estado latente durante diez años, me volvió a pi-

car. Mi primera idea fue la de trabajar empírica y teóricamente sobre las emulsiones, ya que con ellas me topaba en mi trabajo diario. Llevé el tema y mis resultados a Roberto, que era Jefe de Departamento (el INQUIMAE aún no había sido creado), quien me disuadió, y me propuso integrarme a su grupo.

Fue entonces que Horacio me incorporó a su “fábrica de equipamiento de alta presión” a la que tan bien hace referencia en su reseña. Construimos un densímetro de tubo vibrante, a pulmón. Soldando y limando. Por prueba y error. Trabajando codo a codo. Yo seguía siendo part-time. Luego de trabajar en la empresa llegaba a la tardecita a Ciudad Universitaria para trabajar varias horas más, todos los días, durante años. Horacio me acompañaba la mayoría de los días esforzadamente. Allí conocí su capacidad de trabajo, su tesón y perseverancia.

Así conseguí medir las propiedades volumétricas de los hidróxidos alcalinos y sus mezclas a alta

presión y hasta los 250°C. A veces nos juntábamos a comer los fines de semana con las familias (nuestro respectivo hijos eran aún pequeños, y de edades similares) y mientras ellos jugaban, y nuestras esposas hacían tertulia (y, ciertamente, nos aguantaban) nosotros discutíamos los resultados. Por cierto una relación que excedía la normal de un Director de Tesis con su doctorando.

El densímetro no resistió el ambiente corrosivo de las soluciones y la alta presión, y comenzó a romperse con frecuencia. Así es que Horacio decidió que para “redondear” mi tesis doctoral, había que hacer teoría y enmarcar los resultados que ya teníamos con cálculos y modelos teóricos de termodinámica estadística. Finalmente, en 1992, ambos lo logramos: defendí mi tesis doctoral y me convertí en el primero de sus discípulos.

Con estas palabras, dos de sus ex-becarios se lo agradecen profundamente.

FUERA DEL EQUILIBRIO Y DISIPANDO ENTROPIA

Palabras clave: Fenómenos de transporte; termodinámica; soluciones acuosas; criopreservación; celdas de combustible; baterías.
Key words: Transport phenomena; thermodynamics; aqueous solutions; cryopreservation; fuel cells; batteries.

*Encontré el sentido de la vida
Es para el otro lado
Ramón Gómez de la Serna (1888-
1963)*

■ Horacio R. Corti

Departamento de Física de la Materia Condensada – Centro Atómico Constituyentes Comisión Nacional de Energía Atómica
Departamento de Química Inorgánica, Analítica y Química Física e
Instituto de Química Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – Universidad de Buenos Aires

hrcorti@tandar.cnea.gov.ar

■ INTRODUCCION

Escribir esta reseña de mi paso por la actividad científica me ayudó a desempolvar recuerdos y nombres que estaban en algún rincón de mi memoria, esperando fluir como el agua. Uso esta analogía pues si hay un hilo conductor en mis trabajos de investigación, que arrancaron hace casi 45 años, es el de los fenómenos de transporte, o dicho de otra manera de la Termodinámica fuera del equilibrio, y el interés por las propiedades del agua y sus soluciones.

Mi primera reacción frente a la invitación de la AAPC, a través de Miguel Blesa, fue leer las reseñas escritas por Roberto Fernández Prini, Carlos D'Alkaine y el propio Miguel, dado que mi carrera científica se desarrolló mayormente en grupos de UBA, INTI y CNEA que ellos crearon o condujeron con tanto éxito y fervor (aunque algunas veces disentí con algunas decisiones). En esas reseñas se han descripto logros y frustraciones que me tocó compartir, por lo que no repetiré lo que ya bien contado está. Trataré de

transmitir mi experiencia como investigador, docente y divulgador de la forma más amena posible y, si así no lo hiciera, les recomiendo que abandonen esta reseña por un libro muy divertido de Marcelino Cereijido (Cereijido, 2004), que confirma que el humor es un ingrediente fundamental de la creación científica.

■ LOS COMIENZOS

Mi abuelo Hércules fue uno de los primeros doctores en Química de la Universidad de La Plata (terminó su tesis sobre la albúmino-reacción en 1913, con la dirección de Enrique Herrero Ducloux) y su bisabuelo Adolfo fue profesor en la Universidad de Pavía (Italia) y escribió libros en la década de 1820 relacionados con la física de la atmósfera terrestre y de los aerostatos. Se podría concluir entonces que mi vocación por la fisicoquímica estaba escrita en el código genético. Sin embargo esto no es tan así.

En 1962 yo vivía en Maipú, Mendoza, donde mis padres se habían

trasladado en 1959 desde Buenos Aires (donde nací en 1949), y debía elegir que iba a estudiar en la Escuela Técnica "Emilio Civit" donde hice mis estudios secundarios. Las posibilidades eran mecánica, electricidad, o la recientemente creada petroquímica. Elegí esta última cumpliendo la profecía de mi abuela: "este chico va a ser químico como el abuelo", aunque a mi abuelo, que vivía en una casona de la Av. Federico Lacroze en Colegiales, lo había conocido poco. Era muy dedicado a su trabajo, y tenía un laboratorio en la azotea de la casa, que era terreno prohibido. Mis padres vivieron allí unos meses cuando yo era un niño y solo tengo algunos vagos recuerdos de la tortuga que habitaba el jardín, del ruido del tranvía por las noches y del polvo "bueno para los huesos" que el abuelo nos daba y que era producto de la molienda, en su mortero, de cascara de huevo de las gallinas caseras. También recuerdo las botellas de agua mineral Villavicencio con una tapa cerámica sujeta con un gancho metálico que llegaban todas las semanas

y eran depositadas al lado del viejo Chevrolet 39 (ver Nota 1).

Mi vida y estudios en Mendoza son hoy un grato recuerdo. Mi padre, Roberto, era empleado en Ybarrá, la antigua fábrica de aceite, y mi madre, Irene, un ama de casa que criaba con gran amor a mí y a mis dos hermanos menores. La casa que alquilábamos estaba sobre una calle de tierra enfrente de una viña y había mucho espacio para las aventuras con los amigos: salir a cazar cuises, hacer refugios en los árboles, ayudar en la cosecha, jugar a la pelota (¡no había tiempo para mirar e-mails ni enviar twits!).

Nota 1 Faraday y las aguas argentinas

Según la versión de mi padre, el agua Villavicencio llegaba como agradecimiento de la empresa hacia mi abuelo por haber descubierto sus propiedades minerales en una de las expediciones que realizó la Comisión Nacional de Climatología y Aguas Minerales en la década de 1930. Hace algunos años, quise tener más precisiones sobre esta historia y recorriendo viejos libros heredados del abuelo encontré esos reportes de la Comisión. También encontré un trabajo publicado en los Anales de la Asociación Química Argentina donde Hércules da cuenta de los análisis que realizó por aquellos años sobre muestras tomadas en Puente del Inca. Allí indicaba que los resultados eran casi coincidentes con los que un siglo atrás (junio de 1828) había realizado Michael Faraday en la Royal Society sobre una muestra del mismo lugar, enviada desde Chile por el teniente Charles Brand de la Marina Real británica. Así pude concluir que el primer análisis de un agua natural argentina fue hecho por uno de los fundadores de la Fisicoquímica (Corti, 2009).

Siempre me gustaron los deportes y en el fútbol era (más o menos) bueno de arquero. Llegué a atajar en la quinta división del Gutierrez Sport Club, con la esperanza de algún día reemplazar a Carlos Buttice en los Matadores. En casa éramos todos de San Lorenzo, que por ese entonces parecía condenado a salir campeón cada 13 años. El tango era lo que más se escuchaba en el viejo Wincofon, pues mis viejos se habían conocido en una milonga y eran fanas de Aníbal Troilo y Julio Sosa.

Mi escuela, que era de doble escolaridad, estaba a pocas cuadras, y en la ida y la vuelta tenía que pasar frente a la bodega Giol, donde a las 5 de la tarde habían aún micros con turistas visitando las instalaciones. Con Héctor Copparoni, mi amigo del alma, solíamos entrar y mezclarnos entre los turistas para hacer el recorrido y tomar finalmente la copita de jugo de uva que ofrecían junto al vino Canciller. Después nos íbamos contentos a nuestras casas a tomar la merienda.

A fines de 1967 ya era técnico petroquímico, la mayoría de mis compañeros empezaban a trabajar en la destilería de YPF en Luján de Cuyo, y volví con mis padres y hermanos a Buenos Aires, donde había decidido estudiar Química en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA, en la vieja sede de Perú 222.

Mis padres compraron una casa en Luján, de modo que pasaba mucho tiempo en la casa de Colegiales, donde vivían mi abuela y mis tíos. Mi abuelo ya había fallecido y entonces no tenía ayuda profesional para afrontar el nuevo desafío que era rendir libre los exámenes del curso de ingreso a la Facultad. Ya había pasado seis años en la escuela técnica y no quería perder otro más haciendo el curso de ingreso que

constaba de cuatro materias (Matemáticas, Química, Física y Ciencias Naturales) y encima estaba próxima la colimba (de la cual zafé por número bajo!). Decidí entonces que estudiaría en casa durante el verano y rendiría todos los exámenes libres en febrero. Compré todos los apuntes de las materias y me encerré dos meses a estudiar. El primer examen era Matemáticas y ese día tomé el subte B a Plaza de Mayo, entré a Perú 222 y pregunté en que aula era el examen; para mí espanto me dijeron que era en Ciudad Universitaria, en Núñez. Ni siquiera sabía cómo ir hasta ese lugar, así que llegué tarde y el resultado fue previsible. De todas maneras pude recuperarme y en marzo de 1968 tenía el curso de ingreso aprobado y listo para comenzar mi carrera universitaria. ¡Pero no contaba con la burocracia universitaria!.

Cuando fui a inscribirme en las materias del primer cuatrimestre me pidieron el certificado de estudios secundarios, que desplegué orgulloso, pero el Sr. Guerra (todavía hoy recuerdo su nombre y su cara) me dijo con cierto sarcasmo “le falta la legalización pues es una escuela de Mendoza, primero tiene que legalizarlo allí, y después en la calle Azcuénaga”. Todo ese proceso tardó dos meses y no pude cursar el primer cuatrimestre de 1968. Así es que compré los apuntes de Análisis Matemático I y Química General e Inorgánica I y me fui a casa a estudiar. En julio aprobé mi primera materia como alumno libre: Análisis Matemático I, y en agosto me bocharon (injustamente, por supuesto) en Química General e Inorgánica pues había una regla no escrita: nadie aprobaba esta materia como libre. Esto tuvo su lado positivo pues tuve que iniciar mi carrera como alumno regular por el lado de la Física I y Física II, que me abrieron bastante el bocho para lo que vendría después.

■ EL INICIO EN LA INVESTIGACIÓN

*Primero hay que saber sufrir,
después amar, después partir
y al fin andar sin pensamiento...*

(Homero Espósito, Naranjo en
Flor, 1944)

En 1971 estaba cursando el cuarto año de la carrera cuando vi un cartel en el Pabellón I de Ciudad Universitaria donde se solicitaba un técnico químico para el Laboratorio de Resonancia Magnética Nuclear del Departamento de Física. Me presenté y a las pocas semanas ya estaba trabajando con un cargo no-docente en el laboratorio de Valdemar Kowalewski, bajo la dirección de su esposa Dora. Era un trabajo divertido pues como químico preparaba soluciones en solventes orgánicos, que cerraba con un soplete en condiciones de vacío en tubos de RMN, que luego eran analizados por los doctorandos del laboratorio. Pero además aprendía los rudimentos de la técnica RMN y unos meses después ya operaba el equipo que, por ese entonces, tenía una fuente de alimentación con unas inmensas válvulas de tantalio que irradiaban un calor tremendo y obligaban a una refrigeración muy sofisticada. En esa época me tocó ver la transformación de la electrónica de válvulas a la de semiconductores de potencia, muy resistida por Kowalewski bajo la consigna "no miniaturice mi amigo".

Un día Dora Kowalewski me llamó a su oficina y me dijo que estaba preparando un "paper" con uno de sus doctorandos y como yo había contribuido mucho me iba a incluir como coautor en el mismo. En ese momento yo no entendía bien que significaba un "paper", pero me puse muy feliz cuando unos meses después Dora me obsequió varios

"reprints" del artículo que incluía mi nombre como segundo autor (Córdoba y col. 1972). Era mi primer publicación, estaba terminando de cursar mis últimas materias de la carrera de Licenciatura y acababa de ser nombrado ayudante de segunda en el Departamento de Química Inorgánica, Analítica y Química Física (DQIAQF). Tocaba el cielo con las manos!. Ese año además alcancé un record Guinness en Exactas: fui simultáneamente estudiante, no-docente y docente.

En los últimos días de 1972 rendí mi último final y me convertí en Licenciado. Había que pensar en cómo seguir, ya que había decidido hacer el doctorado en Exactas. Fue un momento de crisis pues Dora me ofreció hacer la tesis con ella en RMN, pero a mí me interesaba la Fisicoquímica y en particular la Termodinámica. Por otra parte, dejar el laboratorio de RMN era doloroso pues allí había aprendido mucho y sentía que me apreciaban.

Eran momentos de cambios en el país y la Facultad en 1973 era un hervidero. El Departamento de Química Física (DQF) era muy chico, con muy pocos profesores con dedicación exclusiva, pues la mayoría habían renunciado después de la noche de los bastones largos. Estaba dirigido en forma "part time" por el Prof. Hans Schumacher, que había llegado de Alemania en 1947 (donde fue discípulo de Bodenstein, uno de los fundadores de la cinética química, y colaborado con Nernst), y había ayudado a crear un Instituto muy pujante en la Universidad de La Plata, el INIFTA. Allí hacían su tesis, en temas de fotoquímica, varios de mis colegas auxiliares de docencia en el DQF, Enrique San Román, Lelia Dixelio, Agustín Colussi y Sara Aldabe. Era el lugar más prestigioso para hacer fisicoquímica en Argentina, pero yo tenía planes de casarme

y algunas condiciones de contorno así que, como la generala, opté por "tachar la doble" y hacer la tesis en el DQF con Ernesto Timmermann como director.

El grupo del "alemán" estudiaba propiedades termodinámicas y de transporte en polielectrolitos y mi trabajo doctoral consistió en el estudio experimental de electro-difusión de iones (Na^+ , Cs^+ y Cl^-) en soluciones concentradas de poliestirensulfonatos lineales. Ese tema había sido introducido en el DQF por Alfredo Lagos, quien antes de la noche de los bastones largos había dirigido las tesis de Roberto Fernández Priñi, y Sara Liberman y dirigió la de Timmermann hasta su renuncia en 1966. Timmermann completó su tesis en 1968, sin el aval de su director, y para ese entonces Roberto, Sara y muchos otros, muchos profesores jóvenes, habían emigrado a Chile o EEUU.

El grupo de Termodinámica era bastante numeroso para los estándares del DQF, e incluía a Rosa Crovetto, Rolando Quirós, Lucila Rubial y Alberto Iglesias. Las tesis en ese grupo eran interminables y casi todos mis colegas quedaron en el camino; solo Rosa y yo logramos llegar a destino, y no sin grandes dificultades. El equipamiento era escaso y anticuado, y en mi caso trabajaba con un viejo puente de corriente alterna para determinar la conductividad de mis soluciones concentradas que, debido a su consistencia, mis compañeros habían bautizado como "los mocos". Con la vuelta de Perón y la democracia la Facultad recuperó algunos de los profesores que se habían ido en 1966 y ello ayudó a que se generara un clima de discusión científica, y sobre todo política, al que no estábamos acostumbrados los doctorandos jóvenes.

Recuerdo muy especialmente los

almuerzos y las charlas con Eduardo Lissi, un fotoquímico hiperactivo que había vuelto después de un exilio en Chile y que ayudó mucho al grupo. Durante un almuerzo lo vi leyendo un artículo, mientras comía y mascullaba. Se levantó de pronto como un resorte y dijo “me voy a la oficina a escribir un *comment* sobre este trabajo”. Allí entendí, por primera vez, que los trabajos publicados no eran necesariamente la verdad revelada y que uno podía criticar públicamente a un colega y este a su vez podía retrucar (Nota 2).

Un cambio drástico en mi carrera se dio cuando pude asistir, en la Facultad de Farmacia y Bioquímica, a un curso de Roberto Fernández Prini sobre polielectrolitos. Roberto, quien había realizado trabajos importantes sobre conductividad de electrolitos en Inglaterra y EEUU, luego de su paso por Chile, me deslumbró por su capacidad para enfocar los temas afines a mi tesis de una manera original y provocativa. La diferencia con mi supervisor y los demás profesores del viejo DQF eran notables pero, lamentablemente,

yo ya estaba en la mitad de mi tesis y comprendí que no había otra alternativa que terminarla y tratar de completar mi formación científica de la mejor manera posible.

En 1974 el DQF se había unido al Departamento de Química Inorgánica y Analítica para formar el actual Departamento de Química Inorgánica, Analítica y Química Física (DQIAQF). Los acontecimientos políticos comenzaron a precipitarse a gran velocidad. En septiembre el gobierno de Isabel interviene la UBA y nombra rector a Ottalagano y decano de Exactas a Zardini, lo más parecido a la Inquisición que conoció la UBA. Todos los docentes, incluido el entonces reciente premio Nobel de Química, Luis Federico Leloir, recibimos un telegrama de despido en septiembre y las clases se reanudaron en Exactas recién a mediados de noviembre, pero 500 docentes habían sido cesanteados sin fundamento. Esto terminó con la primavera de la UBA y de Exactas pero, paradójicamente, hizo que mi sueño de tener una mejor formación se viera imprevistamente realizado.

■ LA BREVE ETAPA INTI

Unos meses después, ya en 1975, me enteré que Roberto, uno de los despedidos de la UBA, había ingresado al Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), donde David Schiffrin y Carlos D’Alkaine habían creado el Sector Electroquímica Aplicada. Entonces tomé la decisión de renunciar a mi cargo con dedicación exclusiva en DQIAQF para quedarme con uno de dedicación simple e incorporarme, en febrero de 1976, al grupo del INTI. Allí empecé a desarrollar, con la supervisión de Roberto, una línea de trabajo en recubrimientos anticorrosivos y después de mi jornada y también los sábados iba a Exactas a continuar mi trabajo de tesis. Un mes después, cuando estaba comprando insumos para el laboratorio cerca del Once, vi rodar los tanques del Proceso por la avenida Pueyrredon (que lamentablemente no chocaron con la luna que venía por Callao).

El grupo del INTI era notable pues hacíamos investigación básica y además asesoramiento y servicios a las centrales hidroeléctricas en temas relacionados con la prevención de la corrosión. No me explayaré aquí sobre la experiencia INTI pues hay espléndidas descripciones en la breve reseña de Roberto (Fernández Prini, 2013), y en la no tan breve de Carlos (D’Alkaine, 2014).

Después del golpe la situación en el INTI comenzó a deteriorarse, como así también en la Facultad. El grupo de Electroquímica Aplicada logró subsistir durante casi un año, pero finalmente empezó a desmembrarse. Aún en condiciones desfavorables se alcanzaron logros importantes en investigación aplicada y recuerdo con cierta nostalgia los viajes al dique Arroyito (del sistema Chocón-Cerros Colorados) y a las centrales hidroeléctricas de Agua

Nota 2

El agua no tiene memoria ni almacena carga

Con el correr de los años fui autor de tres *comments*. Dos de ellos tuvieron como tema central las propiedades anómalas del agua, que por supuesto las tiene, pero en estos casos eran solo producto de la imaginación de los autores.

En el primero (Corti 2008a) polemiqué con los autores de un trabajo que atribuían, subliminalmente, la aparente conductividad eléctrica oscilante del agua pura a la “memoria del agua”, un concepto decididamente erróneo y cuyos seguidores invocan (aún hoy) para explicar, entre otras cosas, la medicina homeopática.

En el segundo, escrito en colaboración con Agustín Colussi (Corti y Colussi, 2009b), explicamos porque el agua no puede almacenar carga, o dicho de otra manera, porque el principio de electro-neutralidad no es violado en el experimento descrito por Gerald Pollack y colaboradores. Este último *comment* suscitó, para nuestro asombro, una reacción muy positiva y mediática en la comunidad fisicoquímica del agua y sirvió para desactivar un subsidio que se iba a otorgar a los autores del desaguisado. En una nota sobre el tema en el Chemical Engineering News (Vol. 87 (2009), pag. 32-33), David Chandler se preguntaba: “que tiene en especial el agua, que atrae a tanta gente con ideas inusuales?”.

Nota 3

Una cuestión de micrones y millones

Nuestros informes eran utilizados en ese entonces por Agua y Energía Eléctrica e Hidronor para dar por cumplidos los contratos con las empresas extranjeras encargadas de los recubrimientos anticorrosivos. No teníamos mucha conciencia que a veces nuestras conclusiones ponían en riesgo el pago de importantes montos a las empresas contratistas, con el agravante que, si debían remover los recubrimientos de las enormes tuberías y repintarlas, sus ganancias se reducían notablemente. Recuerdo una reunión con una empresa japonesa en 1977, ya sin Carlos, David y Roberto, donde nos "visitó" una comitiva formada por unos diez técnicos nipones con su correspondiente traductor. Ellos objetaban un informe donde advertíamos que el espesor del recubrimiento era menor que el especificado en el contrato, con el argumento que nuestro medidor de espesores no estaba bien calibrado. La discusión se prolongó por dos horas (intérprete de por medio) hasta que cansados de que nos presionaran decidimos cortar por lo sano: trajimos el medidor de espesores industria nacional (desarrollado en el INTI por Daniel Lupi) y medimos el espesor de una probeta para comparar con el instrumento japonés. Por suerte el resultado fue coincidente y se acabó la discusión, al menos para nosotros.

del Toro y Futaleufú, donde realizábamos ensayos en los recubrimientos anticorrosivos de las tuberías de presión (Nota 3). Por otra parte, el trabajo de investigación más básica permitía interpretar algunos de los ensayos acelerados estandarizados que llevamos a cabo para predecir si una pintura iba a sostener su performance durante 20 o 30 años. En esos años publicamos varios trabajos sobre el transporte de iones y oxígeno a través de distintos tipos de recubrimientos, incluido un *review* muy citado que escribimos con Roberto y Daniel Gómez (Corti y col. 1982).

■ FIN DE TESIS

Simultáneamente con el trabajo en INTI continuaba mi (artificialmente) esforzada tesis, cuya parte experimental pude terminar en 1978, no sin ciertos contratiempos (Nota 4). A principios de 1979 ya había finalizado la escritura de la misma en una vieja máquina de escribir Olivetti Lettera 22. No había todavía laptops ni procesadores de texto y los gráficos se hacían en papel milimetrado y se copiaban en

papel calco con marcadores Rotring y tinta china.

El prólogo de mi tesis comenzaba con un texto de Bertold Brecht:

"Para ganarme el pan, cada mañana voy al mercado donde se compran mentiras.

Lleno de esperanza, me pongo en la cola de los vendedores".

que, por supuesto, no era un juicio de valor sobre mi tesis sino que reflejaba más bien mi estado de ánimo por la situación general. Esto no fue del agrado de mi director, como tampoco el agradecimiento que hice en la tesis a algunos colegas que habían sido despedidos de la UBA. Increíblemente esto retrasó un año la presentación de la tesis y luego de muchas idas y vueltas, y con la intervención del Prof. Alejandro Arvia del INIFTA, logré que mi director avalara la tesis y la pudiera defender en Marzo de 1980. Los trabajos derivados de la misma fueron enviados a publicar recién en 1986, luego de mi regreso a la Facultad, pues Timmermann nunca se dignó revisar

Nota 4

Atravesando puertas

Las medidas de difusión de iones en los polielectrolitos requerían del uso de radioisótopos y las mediciones las hacía en el laboratorio de radioquímica del DQIAQF cuyo jefe era el Dr. Rodríguez Pasquéz, un viejo profesor, hipo-acústico, que también trabajaba en CNEA. Yo planeaba los experimentos para medir los sábados y todo funcionaba de maravillas hasta que un día el profesor alterno de radioquímica decidió que nadie más podía ir a medir los fines de semana. Inútiles fueron mis intentos de conseguir un permiso especial y para colmo mi director, disgustado conmigo por haberme ido a trabajar con "el enemigo", no ayudó en nada. Ante la disyuntiva decidí una acción temeraria: iría a medir los sábados en forma clandestina. Las puertas de los laboratorios del DQIAQF tenían (y tienen) vidrios sujetos con cuatro flejes de aluminio fijados por tornillos Parker de modo que los sábados, con la ayuda de un destornillador, sacaba el vidrio y me deslizaba dentro del laboratorio. Unas horas después, cuando terminaba mis medidas, invertía el proceso.

Un sábado por la tarde estaba midiendo mis muestras cuando escuché unos pasos que se acercaban por el pasillo. Era Pasquéz que había venido a buscar algo a su oficina, contigua al laboratorio que yo usurpaba. Pasó frente al mismo y me saludó, retribuí el saludo y quedé petrificado por unos instantes esperando ser eyectado. Fueron minutos interminables hasta que escuche la puerta de la oficina cerrarse y vi a Pasquéz pasar nuevamente frente al laboratorio y saludarme. Nunca supe si era también algo corto de vista y no vio el vidrio y los flejes apoyados contra la puerta, o tuvo la benevolencia de ignorar la usurpación y darme una oportunidad.

los borradores y menos aún avalarlos. Cuando hartó ya de esperar los publiqué como único autor, Timmermann envió al Consejo Directivo de FCEN un pedido de juicio académico que no prosperó. ¡Para ese entonces ya había llegado la democracia a Exactas!.

■ LA ETAPA NUCLEAR

Forzado a irse del INTI, Roberto Fernández Prini ingresó a la CNEA, como director de la División Fisicoquímica de Moderador y Refrigerante del recientemente creado Departamento Química de Reactores (DQR). Sorprendentemente la CNEA reclutaba en ese entonces científicos que habían sido despedidos de la UBA u otras instituciones. Contrariamente a lo que pasaba en la Universidad, la CNEA estaba en auge, tenía un ambicioso plan nuclear y se estaba construyendo la segunda central en Embalse.

En diciembre de 1977 acepté el ofrecimiento de Roberto de incorporarme al grupo de CNEA. Ahora el tema de interés aplicado era el estudio de sistemas acuosos en condiciones de alta temperatura y presión, dado que esas eran las condiciones en que operaban los circuitos primarios y secundarios de la central nuclear Atucha I (CNAI) y la futura central Embalse (CNE). En ese entonces el DQR, dirigido por Alberto Maroto, funcionaba en la Sede Central de Av. Libertador 8250. Era un grupo en pleno crecimiento y ya formaban parte del mismo Sara Liberman, Rosa Crovetto, Erwin Baumgartner, Miguel Blesa y Alberto Regazzoni, complementando la química de óxidos y coloides con la fisicoquímica de soluciones acuosas.

El grupo de Fisicoquímica era entonces pequeño y, además de Rosa y Roberto, estaba formado por algunos profesionales experimentados

que se habían pasado al DQR provenientes de otros sectores. Al poco tiempo se incorporaron Daniel Gómez (que también migró desde INTI) y gente joven proveniente de Exactas, como Laura Japas, Jorge Alvarez, Alberto Iglesias, Nélide Gentili, Daniel Laría y Hugo Bianchi. En pocos años el DQR se convirtió en uno de los grupos más dinámicos de la Gerencia de Investigaciones y, además de investigación básica, muchos de los integrantes también hacíamos servicios en CNAI en temas relacionados con la descontaminación fisicoquímica del sistema primario. Hacia fines de 1978 mi familia se había agrandado y había dejado de ser docente en Exactas (Nota 5).

■ UN POSDOC EN INGLATERRA

Nota 5 Alegrías y tristezas

En febrero de 1977 nació mi hija Laura y en octubre de 1978, coincidiendo casi con mi renuncia como docente del DQIAQF, mi hijo Andrés. La docencia, que siempre me apasionó, se había convertido en una pesadilla en esos días. Los desencuentros con los profesores del DQIAQF se hacían cada vez más frecuentes y el clima era irrespirable. Algunos colegas de la Facultad ya estaban desaparecidos. Uno de ellos, Alfredo Giorgi, también docente del DQIAQF había sido secuestrado de su laboratorio en INTI. Pocos años después supimos que había estado detenido en la ESMA, enfrente a mi laboratorio en CNEA Sede Central.

Luego del "parto" doctoral, una beca de CNEA me permitió realizar en 1981 una estadía posdoctoral en temas relacionados con el ciclo vapor/agua y termodinámica de electrolitos a alta temperatura en el Central Electricity Research Laboratories (Inglaterra) bajo la supervisión de

David Turner. Este centro se dedicaba preferentemente a investigación aplicada, pero para ese entonces David estaba más preocupado por la observación de las aves y tratar de explicar el origen de los relámpagos que en el ciclo vapor/agua. No obstante la experiencia fue positiva, pues siempre es formativo para un investigador joven conocer otros laboratorios e investigadores. En mi caso tuve contacto con colegas en la Universidad de Surrey-Guildford y pude visitar el Imperial College, donde Ernesto Calvo, con quien había compartido laboratorio en INTI, estaba haciendo su posdoctorado. Con mi primera mujer, Norma, fuimos padrinos de su boda con María, quien en la ocasión lució un amplio vestido para disimular el embarazo de Florencia, su primera hija.

A poco de mi regreso a Argentina comenzó el conflicto de Malvinas y me costaba entender el triunfalismo que veía en mi entorno.

■ LA ETAPA HIDROTÉRMICA

Como indiqué antes, en 1977 comencé en CNEA las actividades centradas en el estudio de la termodinámica y propiedades de transporte en sistemas acuosos a alta temperatura. Las mismas se extendieron en 1986 al Grupo de Termodinámica Química del INQUIMAE que se creó en la FCEN-UBA, y que tuve la suerte de codirigir con Roberto Fernández Prini hasta 1998. Se abordaron las propiedades de equilibrio y de transporte (conductividad eléctrica) en sistemas de interés para la industria nuclear, como soluciones acuosas de LiOH, boratos de litio y sodio, yodo (este último durante mi permanencia en el grupo de Turner en el CERL). El estudio de conductividad eléctrica de soluciones acuosas de NaCl-MgCl₂, que formó parte de un esfuerzo internacional, permitió validar algunas de las teorías de

conductividad de mezclas de electrolitos asimétricos. Hacia mediados de los 80' realicé estudios teóricos sobre las propiedades de equilibrio de soluciones iónicas acuosas, incluyendo una colaboración con el Prof. Lesser Blum de la Universidad de Puerto Rico (Corti y col. 1987). Esta línea de trabajo se extendió hasta los 90' con la formulación de un modelo de *cluster* para electrolitos simétricos y asimétricos (Laria y col. 1990, Corti y col. 1996), utilizado luego para la predicción de distribución de iones entre vapor y agua y para la estimación de solubilidad de sales en sistemas hidrotérmicos.

■ UNA ESTADÍA EN BERKELEY (YA SIN HIPPIES)

A principios de 1989, con una beca de la American Chemical Society para jóvenes investigadores, realicé una estadía de cuatro meses en el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de California en Berkeley donde tuve la suerte de trabajar en el grupo del Prof. John Prausnitz, considerado el fundador de la Termodinámica Mo-

lecular. Digo suerte pues el plan alternativo era visitar el grupo del Dr. Kenneth Marsh, director del Thermodynamics Research Center en Texas A&M University, quien unos meses después estuvo en la picota por su participación en la controvertida historia de la "fusión fría".

El ambiente en Berkeley era maravilloso. En el grupo del Prausnitz había doctorandos excelentes y me tocó colaborar y ayudar en su trabajo de tesis a uno de los más brillantes, el mexicano Juan de Pablo. Rápidamente nos hicimos muy amigos, y en el corto periodo que estuve en Berkeley publicamos dos trabajos sobre la termodinámica de sistemas multicomponentes. En uno de ellos (Corti y col. 1990) usamos el formalismo de Kenneth Pitzer, quien trabajaba en el Departamento de Química, y con quien tuve el gusto de hablar varias veces sobre nuestro trabajo y sobre Termodinámica en general. Pitzer estaba ya retirado, pero seguía muy activo y aspiraba a seguir el ejemplo del Prof. Joel Hildebrand, quien había trabajado en Berkeley hasta su muerte, a los 101

años, y hasta sus últimos días subió las escaleras hasta el segundo piso.

Así como mi regreso de Inglaterra estuvo signado por el triunfalismo de Malvinas, mi regreso de Berkeley lo fue de la fusión fría. Lamentablemente, ambos terminaron de la misma manera: mal. Mi decisión de ir a Berkeley había sido al final de cuentas la correcta (Nota 6).

Nota 6 Ecos de la "fusión fría"

El Departamento de Ingeniería Química en Berkeley funcionaba en el Gilman Hall, un viejo edificio que era casi un museo. En varias puertas había placas recordatorias de los premios Nobel que allí habían trabajado: William Giauque, Glenn Seaborg, Melvin Calvin y Yuan Lee. Prausnitz solía contar como, a poco de llegar a Berkeley, había heredado la oficina que fuera de Gilbert Lewis.

Una semana antes de mi partida de Berkeley explotó el tema de la "fusión fría". En mi almuerzo de despedida le pregunté a Prausnitz que opinaba del tema y su respuesta fue: "creo que es todo una mentira". Era opinión bien fundada pues provenía de colegas de Berkeley que ya habían fracasado al intentar reproducir el experimento de Fleischmann y Pons. De regreso a Buenos Aires, los primeros comentarios que recibí eran casi de condolencia por no haber ido a trabajar al grupo del Prof. Marsh, quien acababa de medir el calor desprendido durante el proceso de "fusión fría". La CNEA era un hervidero de gente hablando del tema y tratando de repetir el experimento Fleischmann-Pons. Recuerdo un seminario en Sede Central donde se reportaba un experimento similar, en el cual se habían podido detectar la presencia de tres neutrones!.



Figura 1: a punto de comenzar un experimento en Berkeley con Juan de Pablo (centro) y Michael Krenzer (izquierda).

■ LA "FÁBRICA" DE EQUIPAMIENTO PARA ALTA PRESIÓN Y TEMPERATURA

Durante fines de los 80' y comienzos de los 90' mi principal actividad creativa fue el diseño y construcción de equipamiento propio para medir las propiedades termodinámicas y de transporte en sistemas hidrotérmicos. No había equipamiento comercial para trabajar en esas condiciones de presión y temperatura y, tanto en CNEA como en INQUIMAE, habíamos montado sendos talleres mecánicos donde los torneros, Enrique y Eliseo, debían soportar mis embates con diseños para construir prototipos que a veces quedaban descartados después de una primera prueba. Pese a los frecuentes fracasos era una tarea que me encantaba.

En INQUIMAE encaramos por entonces los estudios de las propiedades volumétricas de soluciones de electrolitos a alta temperatura utilizando la versión modificada del densímetro de tubo vibrante utilizada por Wood en la Universidad de Delaware. Con este equipo se estudiaron las propiedades de LiOH, NaOH, ácido bórico y mezclas de boratos e hidróxidos hasta 250 °C (Corti y Svarc 1995), como parte de la tesis doctoral de Federico Svarc. Este densímetro era de tan buena calidad y precisión que llegamos a construir un par de ellos a pedido de las universidades de Wisconsin (EEUU) y Newfoundland (Canadá). El grupo del Dr. Peter Tremaine en esta última universidad realizó varios trabajos con este equipo.

También en INQUIMAE desarrollamos una celda electroquímica con electrodo pared-tubo para estudios de difusión en soluciones acuosas a alta temperatura, a la que Liliana Trevani denominó "el chorrito". Con dicha celda Liliana deter-

minó el coeficiente de difusión de yoduro y otros iones en soluciones acuosas a alta temperatura (Trevani y col. 2000), en el marco de su tesis doctoral, codirigida por Ernesto Calvo. En CNEA desarrollamos una celda de conductividad eléctrica para medidas en sistemas acuosos a alta temperatura (Bianchi y col. 1993).

Como consecuencia de las numerosas contribuciones realizadas por el grupo, fuimos invitados por CRC Press a escribir un libro sobre las propiedades de soluciones acuosas a alta temperatura (Fernández Prini y col. 1992), que es un referente internacional en el tema.

El estudio de propiedades de transporte se extendió en la segunda mitad de los 90' a sistemas no acuosos, y en la tesis de Dario Goldfarb abordamos el estudio de la conductividad eléctrica y la difusión de iones en fluoroformo supercrítico sobre un amplio ámbito de densidades. Las medidas exigieron el desarrollo de nuevos métodos, como la técnica de medición de difusión utilizando microelectrodos, que fue empleada por primera vez en fluidos supercríticos, y permitió obtener resultados que hasta entonces solo se podían obtener con sofisticadas técnicas ópticas (Goldfarb y Corti, 2004).



Figura 2: en el café de la esquina con mis tres primeros tesisas: Federico Svarc, Liliana Trevani (parados) y Dario Goldfarb. Sentado a mi lado, Daniel Laria.



Figura 3: Una reunión etílica (en 2000) con el grupo de Richard Compton (el gordito pelado del medio) en Oxford durante la estadía de Liliana Trevani (sonriendo, a la izquierda) y entre nosotros Gavin Macfie.

En ese periodo exploramos otras técnicas, entre las que se destacan la sono-electroquímica, en colaboración con el grupo del Prof. Richard Compton de la Universidad de Oxford (Goldfarb y col. 1998). Con Richard hubo un intercambio muy fructífero de estudiantes entre 1998 y 2002, incluyendo estadías de Dario Goldfarb y Liliana Trevani, y las visitas a Buenos Aires del propio Richard y de sus estudiantes Gavin Macfie y Matthew Moorcroft. También compartimos la pasión por el fútbol (lamentablemente Richard se hizo hincha de Boca) y por la buena cerveza.

■ DESARROLLO Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

La realización de servicios y asesoramiento tecnológicos ha sido una constante a lo largo de mi carrera que, como ya comenté, se inició en el INTI y continuó en CNEA. Esta Institución tiene una tradición en desarrollo de tecnología nuclear y es uno de los pocos ejemplos en el país donde ha habido un plan estratégico con continuidad. La creación del DQR es un claro ejemplo de ello

y su proyecto más importante al comienzo de los 80 fue el desarrollo de un método de descontaminación fisicoquímica del sistema primario de CNAI. Brevemente, el problema era remover la capa de óxidos que cubrían las tuberías de acero de los componentes del sistema y que eran la fuente más importante de la dosis de radiación que crecía con el tiempo de operación de la central. Esto se lograba *in situ* con cambios de las variables fisicoquímicas del sistema, procedimiento denominado Ciclaje Fisicoquímico. La "Propuesta para Descontaminar la CNAI" se cristalizó en varios informes del DQR en las cuales participé activamente.

Durante varios años viajé a la CNAI con colegas y técnicos y trabajamos en sectores de la central que eran de acceso restringido. Se formó un equipo con una alta dosis de profesionalidad y con un profundo orgullo por el desarrollo de procesos que competían, o en ocasiones se complementaban, con los que realizaba Siemens KWU, la empresa alemana que había construido el reactor y que muchas veces era contratada para su mantenimiento.

Como consecuencia de la experiencia ganada fui responsable por el DQR en el Subprograma de Generadores de Vapor de la CNEA que se realizó en el marco de una Cooperación Tecnológica Siemens-KWU / CNEA) y también en el proyecto de distribución de impurezas, aditivos y sus productos de degradación en el sistema secundario de reactores CANDU, como parte de un proyecto del CANDU Owners Group, y que se llevó a cabo en la CNE.

Entre los trabajos que realicé para CNAI se destaca el desarrollo de sellos de la máquina de carga de elementos combustibles que reemplazaron a los sellos importados, que dejaron de fabricarse en forma imprevista, poniendo en serio riesgo la operación de la central. Estos sellos no eran componentes muy valiosos, pero su recambio era de fundamental importancia. El desarrollo de los sellos nacionales, un *composite* de sulfuro de molibdeno y poli(tetrafluoro etileno), entre 1988 y 1989 permitió resolver el problema. Estos sellos aún se producen en CNAI siguiendo el procedimiento desarrollado en DQR.

El inicio de las "relaciones carnales" con EEUU, durante el gobierno de Menem, llevó a la separación de las centrales nucleares del ámbito de CNEA (pasaron a ser operadas por Nucleoeléctrica Argentina S.A.) y marcó la interrupción del proyecto nuclear argentino. Ya no volví a trabajar en temas relacionados con la fisicoquímica de centrales nucleares y mi interés se volcó, necesariamente, hacia otras áreas.

En 2003, luego de 5 o 6 presidentes, participé como miembro del Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable de la CNEA de una consultoría para el Ministerio de Economía y Producción. El informe "Elaboración de Términos de Referencia

del proyecto de Tecnología del hidrógeno como Vector y Celdas de Combustible como Generadoras de Energía Limpia” ha sido documento de referencia en la elaboración de la Ley 26.123 de Promoción del Hidrógeno, promulgada en 2006. En 2004 fui miembro del grupo de asesores del estudio realizado para la Secretaría de Energía, denominado “Estudio de oportunidades de utilización de celdas de combustible para el suministro de energía eléctrica con recursos renovables”. Estos trabajos de consultaría fueron el germen, como veremos luego, de otras de las líneas de trabajo que desarrollé durante mi carrera.

Otro desarrollo tecnológico importante de destacar es el de electrodos ion-selectivos para análisis clínicos realizados para empresas como Genoclon y AADEE entre otras. Estos electrodos, que determinan la concentración de iones potasio, sodio y cloruro en sangre, reemplazan a sensores importados y son utilizados actualmente en equipos comerciales de estas empresas.

■ LA ERA GLACIAR

A mediados de los 90’ conocí al Dr. León Herszage, un prestigioso médico que era Jefe de Cirugía de Paredes Abdominales del Hospital Pirovano, quien estaba interesado en entender por qué el azúcar común (sacarosa) era muy utilizado en la curación de heridas complicadas. Él me explicó que se usaba azúcar para evitar la infección de heridas durante la primera guerra mundial, y que aún hoy se seguía usando en veterinaria. Lo único que pude inferir luego de leer bastante sobre el tema es que el crecimiento de ciertos microorganismos es muy lento en condiciones de muy baja actividad de agua, como ocurre en soluciones de azúcar muy concentrada.

Esa búsqueda tuvo un subproducto inesperado ya que aprendí que la sacarosa y otros disacáridos, como la trehalosa, eran muy efectivos como agentes vitrificantes, evitando la formación de cristales de hielo durante el congelamiento de sus soluciones acuosas. En consecuencia, se utilizaban en la criopreservación de biomoléculas, tejidos y órganos y advertí además que el mecanismo fisicoquímico por el cual funcionaban eficientemente estaba aún en intensa discusión. Era pues un tema interesante para iniciar una nueva línea de trabajo, y de alguna manera tenía algo en común con mis trabajos anteriores: la presencia del agua y la influencia de los procesos de transporte.

El problema era que para iniciarse en el tema había que reemplazar los hornos y autoclaves por criostatos y freezers. Eso requería financiación que CNEA e INQUIMAE no podían brindarme en esa época (las buenas ideas sin financiación son solo alucinaciones). Si bien el retorno a la democracia con el gobierno de Alfonsín había llevado aire fresco al sector de ciencia y técnica, la crisis económica de fines de los 80’ y las políticas neoliberales de comienzos de los 90’ terminaron con los subsidios a la investigación científica (¡simplemente nos mandaron a lavar los platos!). En esos años los subsidios de la Fundación Antorchas eran como un oasis en el desierto para los científicos con inquietudes.

En 1994 comencé, con apoyo de Antorchas, una colaboración con el grupo de mi amigo Juan de Pablo que para entonces ya era profesor en la Universidad de Wisconsin (Madison, EEUU). El tema a desarrollar era la fisicoquímica de soluciones acuosas sobreenfriadas y vítreas de interés en criopreservación y estabilización de biomoléculas, que enfocado desde la óptica fisicoquímica

era totalmente nuevo en Argentina. Los primeros trabajos permitieron determinar propiedades termofísicas básicas de soluciones acuosas de trehalosa con y sin sales agregadas. El trabajo más importante que realizamos con Juan es de 1997 (Miller y col. 1997) es hoy un referente para la industria de preservación de alimentos y productos farmacéuticos. La trehalosa es un disacárido muy abundante en las levaduras y que, curiosamente, es segregado por varios insectos que tienen la capacidad de sobrevivir a situaciones de anhidrobiosis (vida en condiciones extremas de sequedad) o de criobiosis (condiciones de frío extremo o congelamiento). Los “sea-monkeys” son un ejemplo de estos bichitos (Corti 2005).

Los trabajos en colaboración con el grupo de Madison dieron lugar a publicaciones sobre estudios experimentales y simulaciones moleculares que aportaron al entendimiento del mecanismo de movilidad de iones en soluciones sobreenfriadas de trehalosa. Participé también de dos patentes a través de la Universidad de Wisconsin relacionadas con la formulación de sistemas de criopreservación. Hubo un fructífero intercambio de estudiantes con UW Madison, en los que participaron Silvana Fucito, Danforth Miller y Carolina Schebor, que se extendió durante casi una década. En 2008 habíamos reiniciado una colaboración con Juan para estudiar aspectos fisicoquímicos de la agrupación de ciertos oligómeros peptídicos que aparentemente eran responsables de algunas enfermedades neurodegenerativas. Para ello contábamos con la ayuda de Silvana Fucito que acababa de terminar su tesis de doctorado en el Instituto Leloir, y dominaba las técnicas biomoleculares, que necesitábamos para desarrollar el proyecto. La tragedia se cruzó en el camino pues Silvana murió en un

accidente automovilístico un mes después de comenzar el proyecto y nunca tuvimos ánimo para retomarlo. Silvana era una persona maravillosa, llena de vida, a quien sigo extrañando.

Un hito importante en esta línea de trabajo fue la colaboración que inicié en 1999 con el grupo de la Dra. Pilar Buera del Departamento de Industrias (FCEN-UBA). De esta colaboración surgieron interesantes contribuciones en la descripción físico-química de las propiedades de equilibrio y de no-equilibrio de soluciones acuosas conteniendo disacáridos (trehalosa y sacarosa) y sales (NaCl, LiCl, boratos, etc.) (Longinotti y col. 2002) en la estabilización de enzimas. Parte de estos trabajos fueron realizados por Paula Longinotti, quien además perfeccionó el método electroquímico con microelectrodos, para determinar coeficientes de difusión en matrices acuosas sobre-enfriadas (Longinotti y Corti 2007) durante su tesis doctoral. Los trabajos realizados en esta línea de investigación han tenido reconocimiento internacional y en ese contexto fui responsable del Proyecto "Thermodynamic and non-equilibrium criteria for development and application of supplemented phase diagrams", financiado por la IUPAC. En el mismo participaron reconocidos expertos internacionales en el tema y los resultados fueron publicados en *Pure & Applied Chemistry* (Corti y col. 2010).

Junto con Pilar Buera organizamos el 9th International Symposium on the Properties of Water (ISOPOW 9) que se realizó en Mar del Plata en Septiembre de 2004. Dentro de este multitudinario evento organicé un Workshop denominado "Dynamics and Relaxation in Supercooled Fluids and Glassy Systems" del que participaron Austen Angell, Pablo Debenedetti, Bigman Bagchi, Juan



Figura 4: Algunos de los asistentes al Workshop 2004 en Mar del Plata. En primera fila se destacan Raúl Grigera, Austen Angell, Biman Bagchi (un poco más atrás), Juan de Pablo y Tomas Grigera (Pablo Debenedetti atrás de este) y muchos jóvenes investigadores argentinos.

de Pablo e investigadores locales. Durante este evento se formuló el proyecto IUPAC y fue el inicio de productivas colaboraciones con grupos locales, como el de Gustavo Appignanesi en Bahía Blanca.

Con el grupo del Dr. Reynaldo Villalonga Santana de la Universidad de Matanzas (Cuba) se estableció una colaboración muy productiva sobre el uso de derivados de la trehalosa para la estabilización de enzimas, con la participación de estudiantes de ambos grupos, donde tuvo una actuación muy destacada Patricio Santagapita, en ese entonces doctorando de Pilar.

En 2003 implementé, por primera vez en el país, la técnica FRAP (Fluorescence Recovery After Photobleaching) para medir la difusión de moléculas fluorescentes en soluciones acuosas sobre-enfriadas, con la colaboración del Dr. Mario Marconi del Departamento de Física (FCEN-UBA). Simultáneamente formé en INQUIMAE el Grupo de Físicoquímica de Líquidos Sobre-enfriados

y Vidrios, que actualmente dirijo junto con Paula Longinotti. Los estudios realizados en este grupo dieron lugar a varias publicaciones y tesis doctorales. Una de ellas, realizada por Guillermo Frank, utilizó la técnica FRAP para analizar el desacople viscosidad-difusión en soluciones acuosas sobre-enfriadas de sacarosa y trehalosa (Corti y col. 2008).

En el año 2010 iniciamos un proyecto PICT Raíces en colaboración con Gustavo Appignanesi (Universidad Nacional del Sur), Pablo Debenedetti (Princeton University) e Igal Szleifer (Northwestern University) sobre la físicoquímica del agua y soluciones acuosas sobre-enfriadas y nanoconfinadas, que acaba de finalizar. En el marco de este proyecto se realizaron fundamentalmente trabajos de simulación computacional, uno de los cuales fue parte de la tesis de Julián Gelman Constantin, que codirigí con Igal. Este trabajo consistió en un estudio de dinámica molecular de la interacción de una punta de AFM con la capa cuasilíquida de agua que se forma sobre

la superficie del hielo en condiciones de sobre-enfriamiento (Gelman Constantin y col. 2015). La existencia de esta capa cuasi-líquida fue predicha y estudiada por Faraday en 1859, pero recién en las últimas dos décadas se pudo confirmar experi-

mentalmente su existencia (Nota 7).

En su trabajo de tesis Julián también realizó la modificación de un AFM comercial para estudiar experimentalmente el espesor de dicha capa cuasi-líquida, para la cual se

han reportado espesores muy variables y es aún motivo de interés por su implicancia en reacciones químicas en la alta atmósfera.

A fines de 2011 comencé una colaboración con el grupo del Dr. Thomas Loerting de la Universidad de Innsbruck (Austria), en el marco de la tesis de Licenciatura en Física de Guadalupe Ruiz. En una estadía en Austria, Guadalupe preparó soluciones vitrificadas de LiCl en agua mediante la técnica de amorfización por presión (del orden de 1-3 GPa) y se han obtenido interesantes resultados de la caracterización de la transición vítrea en este sistema (Ruiz y col. 2014). Hay indicios de la visualización de las dos formas de agua líquida sobreenfriada (baja y alta densidad), que es muy elusiva experimentalmente para agua pura, pero parece poder observarse en este sistema. Este tema, vincu-

Nota 7 La piel del hielo

Los estudios sobre las propiedades de la interfaz hielo-aire y hielo-agua tienen en el grupo un antecedente previo, cuando en 1993 con Isabel Sola, una brillante y hermosa tesista que luego nos dejó para irse a trabajar a la industria, medimos efectos de formación de carga y variación de pH en la interfaz hielo-solución durante el congelamiento de soluciones acuosas diluidas de electrolitos. Este trabajo lo publicamos en los Anales de la Asociación Química Argentina, pero aún así despertó el interés de grupos fuera del país y fue precisamente a través de este trabajo que establecimos el primer contacto con el grupo de Igal Szleifer, en ese entonces en la Universidad de Purdue. Igal, un fisicoquímico notable, viajó a la Argentina alrededor de 2006 para visitar nuestro grupo y reencontrarse con el país donde había vivido su niñez y adolescencia. Desde entonces nos visita periódicamente y ha tejido una red de colaboraciones sumamente productiva con investigadores jóvenes de varias Universidades del país.



Figura 5: El Workshop 2012 "Structure and Dynamics of Glassy, Super cooled, and Nano confined Fluids". De izquierda a derecha (primera fila): Juan de Pablo, Pablo Debenedetti, Gene Stanley, Francesco Mallamace, Raúl Grigera, Marcia Barbosa, Vale Molinero, Paola Gallo, Alan Soper, Marcelo Carignano, Thomas Loerting, et al.

lado a la existencia de un segundo punto crítico del agua en la región sobre-enfriada es de alto impacto en la Física de Materia Condensada y está siendo objeto de numerosos estudios experimentales y computacionales, como quedó plasmado en el Workshop que organicé en INQUIMAE-CNEA en Mayo de 2012, con la ayuda de Igal Szleifer desde Chicago, y al cual asistieron los investigadores que más contribuyeron al tema.

El Grupo de Fisicoquímica de Líquidos Sobreenfriados y Vidrios está en etapa de consolidación y se están desarrollando otras tesis en el área de las propiedades de transporte en soluciones acuosas sobreenfriadas (José Trejo González) y nucleación homogénea de hielo (Melisa Gianetti) en colaboración con Pablo Debenedetti.

■ CELDAS DE COMBUSTIBLE, HIDRÓGENO, METANOL Y LITIO

La casi ausencia de investigación en el país en el área de hidrógeno y celdas de combustible, observada en los trabajos de consultoría antes mencionados, me impulsaron a formar el Grupo de Celdas de Combustible (GCC) en CNEA. Este grupo comenzó sus actividades en 2005 y la nueva línea de investigación tenía como objetivo el desarrollo de materiales para celdas de combustible del tipo PEM (proton exchange membrane), alimentadas con hidrógeno o metanol. En pocos años el GCC desarrolló y caracterizó membranas conductoras, electro-catalizadores nano o mesoestructurados, soportes carbonosos y capa difusora de gases. Fue vital para ello la incorporación en 2008 de Mariano Bruno, que venía de realizar su trabajo de tesis en carbones mesoporosos con Cesar Barbero en la Universidad Nacional de Río Cuarto, y la de Federico Viva en 2009, quien realizó su tesis doc-

toral en la Universidad de Southern California en el grupo George Olah (premio Nobel de Química 1994) y Surya Prakash sobre celdas de combustible de metanol y ácido fórmico.

Hacia fines de 2006 a raíz de una reestructuración de CNEA decidí pasar a formar parte del Departamento de Física de la Materia Condensada en la nueva Gerencia de Investigación y Aplicaciones (GlyA). Quedaron atrás 29 años en DQR y se abría una nueva etapa.

Los proyectos abordados por el GCC son de carácter aplicado y el objetivo final que nos propusimos es la construcción de prototipos de stack de celdas PEM de hidrógeno y de metanol directo. El grupo ha adquirido gran experiencia en este último tipo de celdas durante la ejecución del PICT Start Up con el desarrollo de prototipos de miniceldas de metanol directo de potencia inferior a 1W que podrían alimentar pequeños dispositivos electrónicos. Lamentablemente, el objetivo original que era generar un producto comercial en asociación con alguna empresa no pudo concretarse (aún).

En sus casi 10 años de existencia el GCC ha publicado más de 30 trabajos en revistas especializadas y se ha convertido en un referente en el tema en el país, como lo demuestran los proyectos nacionales e internacionales en los que participa. Se han desarrollado materiales novedosos, como carbones mesoporosos con estructura jerárquica de poros que permitirán la integración de la función de soporte del catalizador con la de capa difusora de gases. También se desarrolló un método innovador para la preparación de membranas de polibenzimidazol, cuya patente se encuentra en trámite. El Ing. Nores Pondal realizó en GCC la primera tesis doctoral sobre el tema, presentada en la UNSAM. Algunos

de los trabajos asociados a la misma se realizaron en colaboración con el grupo de Sergio de Miguel de la Universidad Nacional del Litoral (Nores Pondal y col. 2009).

Otras cuatro tesis se completaron entre 2011 y 2012: Graciela Abuin estudió las propiedades de membranas de Nafion (Abuin y col. 2013); Yohan Thomas, un estudiante francés, finalizó su tesis en el estudio de carbones mesoporosos como soportes de catalizadores y capa difusora de gases (Thomas y col. 2012) con la codirección de Mariano Bruno y Liliana Díaz estudió las propiedades de membranas conductoras de protones basadas en polibenzimidazol (Díaz y col. 2012). Finalmente, Esteban Franceschini realizó una fructífera tarea en el estudio de catalizadores nano y mesoestructurados de base platino y platino-rutenio (Franceschini y col. 2011 y 2013).

El libro sobre celdas de combustible de alcohol directo, que editamos en 2014 para Springer con el Prof. Ernesto González (Instituto de Química de San Carlos, USP, Brasil), es en cierta medida la culminación de las actividades del GCC sobre este tema y donde Mariano Bruno y Federico Viva colaboraron con un capítulo sobre síntesis y caracterización de carbones mesoporosos (Corti y González 2014).

Entre 2009 y 2014 el GCC participó activamente del proyecto PAE 36985 "Producción, purificación y aplicaciones del hidrógeno como combustible y vector de energía", que es el proyecto en energías alternativas más importante desarrollado en Argentina hasta la fecha. En este proyecto, cuyo responsable era Miguel Laborde, participaron doce grupos de todo el país con más de 100 investigadores. La interacción entre los grupos que estudiaban el reformado de etanol para obtener

hidrogeno, el purificación, su almacenamiento en aleaciones metálicas y su uso en celdas de combustible, fue muy provechosa. Gracias a este proyecto el GCC pudo desarrollar técnicas imprescindibles para el estudio de electrocatalizadores como DEMS (Differential Electrochemical Mass Spectroscopy) a cargo de Mariano Bruno y SECM (Scanning Electrochemical Microscopy) a cargo de Federico Izraelevitch (Nota 8).

El GCC también se caracteriza por promover la colaboración con

grupos afines de otros países y hemos recibido apoyo de MINCyT y CONICET para proyectos conjuntos con los grupos del Dr. Omar Solorza Fera en CINESTAT (México), del Dr. Marcelo Linardi (IPEN-USP, Brasil) en el marco del Programa Twinning de Cooperación Argentina-Brasil en Energías Renovables, del Dr. Mkhulu Mathe del CSIR (Pretoria, Rep. Sudafricana), y del Dr. Karel Bouzek en el Instituto de Tecnología Química de Praga (Rep. Checa). Como resultado de estas colaboraciones el grupo ha recibido estudiantes e investigadores de otros países y actualmente cuenta entre sus integrantes a graduados de Venezuela, México y Colombia.

Muchos de los materiales desarrollados para celdas de combustible se pueden utilizar en otros dispositivos electroquímicos de almacenamiento y conversión de energía. Por ello el GCC ha expandido recientemente sus objetivos al desarrollo de membranas conductoras de protones y oxidrilos para electrolizadores y de carbones mesoporosos para su-

percapacitores y cátodos de baterías de litio-aire. Estas últimas están aún en un estado primitivo de desarrollo, comparadas con las de litio-ión, pero teóricamente tienen una densidad de energía varias veces superior a éstas y son candidatas a impulsar los vehículos eléctricos del futuro. En los salares de altura del norte Argentino contamos con una proporción importante de las reservas mundiales de litio y desarrollar baterías de litio-aire permitiría agregar valor a estas reservas.

Gracias a Google Books rescaté hace poco un trabajo de Adolfo, mi antepasado de Pavía, donde en un ensayo sobre "el arte de la natación" en 1820 aconseja utilizar la pila Voltiana (creada por Alessandro Volta, también original de Pavía, en 1800), ¡aplicándola en ahogados para excitar el sistema nervioso y volverlos (muchas veces) a la vida!. Me pregunto si algo de mi relación con la electroquímica viene de esa temprana seducción de los Corti por las pilas.

Nota 8 Otro ladrillo en la pared

El proyecto PAE 36985 fue financiado por la ANPCyT (cerca de 12 M\$) y nuestro grupo tuvo a cargo una parte del Subproyecto Celdas de Combustible, cuyo objetivo era el desarrollo de la tecnología para la preparación de un stack PEM de 1 a 5 kW de potencia con materiales preparados en el país. Para ello el GCC incorporó el equipamiento necesario y se desarrollaron técnicas tales como las mencionadas DEMS y SECM que son únicas en Argentina y que permiten la caracterización electroquímica de electrocatalizadores de manera rápida y precisa. El proyecto PAE nos obligaba a generar un proyecto PID en conjunto con empresas, de modo que decidimos asociarnos con EDENOR (distribuidora eléctrica), para desarrollar una facilidad para el testeo y puesta en operación de celdas de combustible de hasta 5 kW. El proyecto PID finalizó en 2015 y como resultado del mismo EDENOR instaló una celda de 5 kW en la subestación próxima a Tecnopolis para reemplazar baterías de plomo-ácido en el sistema de emergencia. Esta celda fue testada en nuestro grupo y se le agregó una cupla de supercapacitores para que pudiera responder en forma rápida frente a un corte de potencia.



Figura 6: Parte del GCC de izquierda a derecha: Paula Longinotti, Juan de Diego, Sofía Palmbaum, Yessika Hernández, Diana Martínez Casillas, Mariano Bruno, Federico Roncaroli, Federico Viva, Andrés Cortéz Páez, Esteban Franceschini, Eduardo Fuentes y yo.

■ ENSEÑAR Y DIVULGAR, PARTE DEL TRABAJO DEL INVESTIGADOR

Después de casi 40 años de enseñar fisicoquímica a nivel universitario estoy convencido de la importancia que tiene para el investigador el contacto con los estudiantes. Como docente auxiliar me tocó vivir una época de cambios profundos entre 1972 y 1974. Visto desde el lado de un ayudante fueron años de rebelión contra una forma de enseñanza anquilosada y poco participativa. Recuerdo los cursos de Química Física I y II durante 1973, donde se pasó de la clase magistral del profesor de turno a clases grupales donde trabajábamos en mesas con un grupo reducido de alumnos para discutir con ellos el tema del día. Habíamos participado activamente en la redacción de las nuevas guías teórico-prácticas que se adaptaban a este tipo de enseñanza y eso nos daba una confianza y un entusiasmo que lamentablemente se ha perdido en los años recientes. La experiencia duró poco, pero sin duda dejó una huella en los que participamos de la misma. Hubo, como era de esperarse en épocas de cambio, algunas propuestas pedagógicas utópicas. Recuerdo la más provocativa de ellas, que proponía que los alumnos evaluaran al docente, pero no a la inversa!

Los años que siguieron fueron de decadencia e hicieron que en 1978 renunciara a mi cargo de jefe de trabajos prácticos. Con la vuelta a la democracia la posibilidad de volver a hacer docencia se hizo potencialmente posible y más aún cuando, en 1984, Roberto Fernández Prini fue nombrado Jefe del DQIAQF por las nuevas autoridades de la Facultad. Varios investigadores de CNEA fuimos convocados por Roberto para participar de la aventura de rediseñar el Departamento, donde no solo

había decaído la actividad de investigación, sino que la docencia había retrocedido estrepitosamente, sobre todo en las materias introductorias.

Lo primero que llamó mi atención al regresar al DQIAQF en 1984 fue que casi no se hacían trabajos prácticos de laboratorio, como lo mostraba el hecho que los pocos equipos con que se contaba estaban prolijamente guardados en los armarios. Cuando le pregunté a un jefe de trabajos prácticos la razón de esto me respondió: "no creemos útil que el alumno haga experimentos que ya se sabe lo que van a dar, por eso preferimos explicar los experimentos en el pizarrón". Ante semejante confesión, advertí que la tarea que teníamos por delante era muy brava; no solo había que actualizar el curso, sino cambiar la mentalidad de los docentes.

Como flamante profesor, me tocó participar en la reestructuración de Química General e Inorgánica I, la

materia inicial de la carrera de Química. En los años que siguieron tuve a cargo el dictado de las clases teóricas de la materia junto con Roberto, o Erwin Baumgartner o Rosa Crovetto. También dictamos cursos de capacitación docente que tuvieron buena acogida de los jóvenes auxiliares docentes del DQIAQF. Fueron sin duda años de mucho esfuerzo (y bajos salarios) pero donde los resultados empezaron a verse plasmados en forma incontrastable. Muchos alumnos comenzaban a acercarse al DQIAQF para participar de los nuevos grupos de investigación que se iban formando y el interés y grado de participación de los alumnos en las clases era muy alentador. Fue sin duda mi mejor época como docente y aún hoy me encuentro con alumnos de ese entonces, que se dedicaron a la investigación o se volcaron a la actividad privada, que comparten esa sensación.

Con los años participé de otras actividades docentes en DQIAQF,



Figura 7: Reunión de Codep en DQIAQF (ca. 1994) interrumpida por la graduación de jóvenes figuras (José Hodak y Astrid Grotewold). De izquierda a derecha: Ernesto Calvo, Lelia Dicelio, yo, Pedro Aramendía, Mireille Perec, Fernando Molina, Roberto FP, Enrique San Román, Sara Aldabe y Fernando Bataglini.

por ejemplo en el dictado de materias del ciclo superior, como Química Física I y II y no deja de sorprenderme la enorme evolución de la disciplina desde mis tiempos de estudiante, hasta el presente. Participé en varios cursos de posgrado, entre ellos el de Termodinámica, junto a Roberto FP y más tarde de Fundamentos y Aplicaciones de Procesos de Transporte que inauguré en 2004 y aún sigue vigente. Más recientemente, con Ernesto Calvo, dictamos Dispositivos Electroquímicos de Almacenamiento y Conversión de Energía.

Entre 1998 y 2001, con licencia en la UBA (probablemente por causa del agotamiento que me provocó el menemismo), participé en el Comité que elaboró el programa de la Carrera en Ingeniería de Materiales (Instituto de Tecnología, CNEA- UNSAM) y fui el primer profesor a cargo del curso Introducción a la Ciencia de Materiales. Tuve también a cargo en esa época la Coordinación del Área Química de la Escuela de Ciencia y Tecnología (UNSAM).

En cierto momento comprendí que el motivo del bajo ingreso de estudiantes a la carrera de Química en UBA (y en todo el mundo) era la forma en que se enseña esta ciencia en la escuela secundaria. Es así como empecé a interesarme por la divulgación de la química, especialmente a nivel secundario. Este interés abstracto se concretó en 1997 cuando, junto a colegas del DQIAQF, presentamos un proyecto al Concurso Innovación en Educación convocado por la Fundación YPF, que se denominó "La Química, el Hombre y su Habitat", luego conocido por sus siglas (QHH). Nuestro proyecto resultó uno de los ganadores y fui el responsable de dirigirlo con la colaboración de docentes de las cuatro escuelas técnicas que participaron del mismo: el Otto Krause y el Hipólito

Yrigoyen de Capital, La Escuela No 10 de Puerto Rico (Misiones) y, por supuesto, mi vieja escuela Emilio Civit (Mendoza), dirigida entonces por el Ing. Alfredo Bendini, quien había sido uno de mis compañeros de secundaria.

La propuesta fue muy innovadora (Gallardo 2001) pues introdujimos el uso de las computadoras para interconectar a las escuelas con los docentes de la universidad y la idea central giró en interesar a los alumnos en la química a través de encarar estudios relacionados con la química del medio ambiente (Nota 9).

Entusiasmado por el éxito de QHH, en 1999 presenté al concurso de Fundación YPF (esta vez con docentes de la UNSAM) el proyecto "Megapilas 2000", en el que participaron más de 10 escuelas de Capital y Buenos Aires. Este proyecto finalizó en 2002 y al cabo del mismo se generó abundante información gráfica y videos sobre qué hacer con las pilas usadas. Con la ayuda de Gustavo Curuchet (UNSAM) se diseñó además una planta piloto basada en el uso de bacterias "come-metales" para el tratamiento de las pilas de níquel-cadmio.

Debo confesar que estos proyectos de divulgación de la química no contribuyeron a aumentar la matrícula en Exactas, pero fueron experiencias muy divertidas y con el tiempo pude identificar algunos jóvenes investigadores en el DQIA-QF que participaron activamente de ellas como alumnos.

Otras actividades de divulgación se han concretado en publicaciones para la colección Ciencia Joven de EUDEBA, varios trabajos en la revista Ciencia Hoy, y la experiencia ya lejana de la revista Actividad, editada por la Asociación Argentina de Investigación Físicoquímica.

■ EPÍLOGO

Cambiar de línea de investigación cada 8-10 años ha sido para mí una experiencia gratificante y un remedio infalible contra el aburrimiento. Algunos colegas sostienen lo contrario pues va en contra de lo que muchos desean: convertirse en un experto.

Las palabras finales no pueden ser otras que de enorme agradecimiento a todas las personas que me ayudaron a lo largo de estos años a pasar por la actividad académica dejando una pequeña huella. Mu-

Nota 9 El proyecto QHH

No solo tenía como meta mostrar como la actividad de las industrias químicas podían dañar el medio ambiente, sino también como la química podía ayudar a remediar estos problemas. Tuvo algunas derivaciones sorprendentes cuando, inocentemente, dimos a conocer los resultados del estudio realizado en Puerto Rico (Misiones) cerca de la papelería ubicada en la zona. Pudimos detectar por primera vez la presencia de lluvia ácida en la región debido a las emanaciones de SO_2 que generaba la papelería. Como la mayor parte de los pobladores de Puerto Rico trabajaban en ese establecimiento se generó una división entre los que querían ocultar el problema y los que querían hacerlo público, para que se pudiera mejorar el proceso y la calidad de aire en la zona. El tema llegó a los diarios locales (algunos nos declararon personas no gratas) e incluso se publicó una nota sobre el tema en La Nación.



Figura 8: Profesores y estudiantes del proyecto QHH en Puerto Rico (Misiones) antes de comenzar las determinaciones de contaminación en aire y agua.

chos han sido nombrados a lo largo de estas páginas, pero seguramente he olvidado a muchos otros con cuya interacción me he beneficiado: colegas de trabajo, estudiantes, personal de apoyo, administrativos y también a las Instituciones que me ayudaron a formarme y a formar. Gracias también a Dario y Federico por la semblanza. A Federico le sugerí cambiar la palabra tozudez por perseverancia, a lo que accedió, no sin antes recalcar: pero eras tozudo!.

Tengo todavía un difícil desafío por delante, vinculado con mantener la tradición familiar que indica que hay científicos cada dos generaciones. Para ello me propongo convencer a alguno de mis nietos, Martín, Catalina o Pablo, que la ciencia es una actividad divertida, que en el fondo no es más que la continuidad de la curiosidad por conocer el mundo que naturalmente poseemos de niños.

Un eterno agradecimiento a Inés, mi mujer, por alentarme a escribir y a gozar la vida.

■ BIBLIOGRAFIA

- Abuin, G. C., Fuertes, C., Corti, H. R. (2013). *Substrate effect on the swelling and water sorption of Nafion nanomembranes*. J. Membr. Sci. **428**, 507-515.
- Bianchi, H, Corti, H. R., Fernández Prini R. (1993). *A cell for the study of the electrolytic conductivity at high temperature in aqueous solutions*. Rev.Sci.Instrum., **64**, 1636-1640.
- Cerejido, M. (2004). *El doctor Marcelino Cerejido y sus patrañas*. Libros del Zorzal.
- Córdoba, M, Corti, H. R, Kowalewski, D. G (1972). *Weak interactions of 2-substitued propenes in aromatic systems*. J.Magnetic Resonance, **6**, 570-576.
- Corti, H. R., Fernández Prini, R, Gomez, D (1982). *Protective organic coatings: membrane properties and performance*. Prog. Org.Coat. **10**, 5-33.
- Corti, H. R., Fernández Prini, R, Blum, L. (1987c). *An analytical approximation to the HNC pair correlation functions. The case of 2:2 electrolytes*. J. Chem. Phys. **87**, 3052-3057.
- Corti, H. R., Laría, D., Trevani, L. N (1996). *Ionic association in asymmetric electrolytes* J.C.S. Faraday Trans., **92**, 91-97.
- Corti, H. R., de Pablo, J. J., Prausnitz, J. M. (1990). *Phase equilibria for aqueous systems containing salts and carbon dioxide. Application of Pitzer's theory*

- for electrolyte solutions. *J. Phys. Chem.* **94**, 7876-7880.
- Corti, H. R., Svarc, F. E. (1995). *Volumetric properties of aqueous electrolytes at high temperature: mixtures of LiOH and KOH up to 523 K.* *J. Solution Chem.* **24**, 121-132.
 - Corti, H. R. (2005). *Soluciones acuosas sobreenfriadas y vitrificadas o ¿cuándo comer vidrio es saludable?.* *Ciencia Hoy* **15**, 26-39.
 - Corti, H. R. (2008a) Comments on "New physico-chemical properties of extremely dilute solutions. A conductivity study at 25 °C in relation to ageing". *J. Solution Chem.* **37**, 1819-1824.
 - Corti, H. R., Frank, G. A., Marconi, M. C. (2008b). *Diffusion-viscosity decoupling in supercooled aqueous trehalose solutions.* *J. Phys. Chem. B*, **112**, 12899-12906.
 - Corti, H. R. (2009a). *Agua bajo el puente. Química moderna y análisis de aguas minerales.* *Ciencia Hoy*, **19**, 36-43.
 - Corti, H. R., Colussi, A. J. (2009b). Do electrochemical concentration cells 'store charge in water'? Comment on "Can Water Store Charge?". *Langmuir* **25**, 6587-6589.
 - Corti, H. R., Angell, C. A., Auffret, T., Levine, H., Buera, M. P., Reid, D. S., Roos, Y., Slade, L. (2010). *Empirical and theoretical models of equilibrium and non-equilibrium transition temperatures of supplemented phase diagrams in aqueous systems.* *Pure & Applied Chem.* **82**, 1065-1097.
 - Corti, H. R., Gonzalez, E. R. (2014). *Direct alcohol fuel cells: materials, performance, durability and applications.* Springer.
 - D'Alkaine C.V. (2015). *Reseña histórica. Mis trabajos. Reflexiones.* *Ciencia e Investigación Reseñas*, **3**, 63-96.
 - Diaz, L. A., Abuin, G. C., Corti, H. R. (2012). *Methanol sorption and permeability in Nafion and acid-doped PBI and ABPBI membranes.* *J. Membr. Sci.* **411-412**, 35-44.
 - Fernández Prini, R., Corti, H. R., Japas, M. L. (1992). *High-temperature aqueous solutions: thermodynamic properties.* CRC Press.
 - Fernández Prini, R. (2013). *Crónica de 50 años de actividad como investigador argentino.* *Ciencia e Investigación Reseñas*, **1**, 16-21.
 - Franceschini, E. A., Planes, G., Soler-Illia, G., Williams, F., Corti, H. R. (2011). *Mesoporous Pt and Pt/Ru alloy for methanol oxidation in fuel cells.* *J. Power Sources* **196**, 1723-1729.
 - Franceschini, E. A., Bruno, M. M., Williams, F. J., Viva, F. A., Corti, H. R. (2013). *High activity mesoporous Pt/Ru catalysts for methanol oxidation.* *ACS Appl. Mater. Interfaces* **5**, 10437-10444.
 - Gallardo, S. (2001). *Propuesta innovadora para la enseñanza media.* *Ciencia Hoy* **11**, 12-18.
 - Gelman-Constantín, J., Carignano, M. A., Corti, H. R., Szleifer, I. (2015). *Quasi liquid layer and surface melting of ice in contact with and AFM tip by molecular dynamics simulation.* *J. Phys. Chem. C* **119**, 27118-27124.
 - Goldfarb, D. L., Corti, H. R., Mar- ken, F. Compton, R. G. (1998). *High pressure sono-electrochemistry in aqueous solution: Soft cavitation under CO₂.* *J. Phys. Chem.*, **102**, 8888-8893.
 - Goldfarb, D. L., Corti, H. R. (2004). *Diffusion of decamethylferrocene and decamethyl ferrocene hexafluorophosphate in supercritical trifluoromethane.* *J. Phys. Chem. B* **108**, 3368-3375.
 - Laría, D., Corti, H. R., Fernández Prini, R. (1990). *The cluster theory for electrolyte solutions: its extension and its limitations.* *J.C.S. Faraday Trans. I*, **86**, 1051-1056.
 - Longinotti, M. P., Mazzobre, M. F., Buera, M. P., Corti, H. R. (2002). *Effect of salts on the properties of aqueous sugar systems, in relation to biomaterial stabilization. 2. Sugar crystallization rate and electrical conductivity behaviour.* *Phys. Chem. Chem. Phys.* **4**, 533-540.
 - Longinotti, M. P., Corti, H. R. (2007). *Diffusion of ferrocene methanol in super-cooled aqueous solutions using cylindrical micro-electrodes.* *Electrochem. Commun.* **9**, 1444-1450.
 - Miller, D. P., de Pablo, J. J., Corti, H. R. (1997). *Thermophysical properties of concentrated aqueous trehalose solutions.* *Pharm. Res.* **41**, 578-590.
 - Nores-Pondal, F. J., Vilella, I., Troiani, H., Granada, M., de Miguel, S. R., Scelza, O. A., Corti, H. R. (2009). *Catalytic activity vs. size correlation in platinum catalysts of PEM fuel cells prepared on carbon black by different methods.* *Int. J. Hydrogen Energy* **34**, 8193-8203.

- Ruiz, G. N., Bove, L. E., Corti, H. R., Loerting, T. (2014). *Pressure-induced transformations in aqueous LiCl solutions at 77 K*. Phys. Chem. Chem. Phys. **16**, 18553-18562.
- Thomas, Y., Bruno, M. M., Corti, H. R. (2012). *Characterization of a monolithic mesoporous carbon as diffusion layer for micro fuel cells application*. Mic. Mes. Mater. **155**, 47-55.
- Trevani, L. N., Calvo, E., Corti, H. R. (2000). *Diffusion coefficients of iodide in high temperature aqueous solutions*. Electrochem. Comm. **2**, 312-316.

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 publicoprivado 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

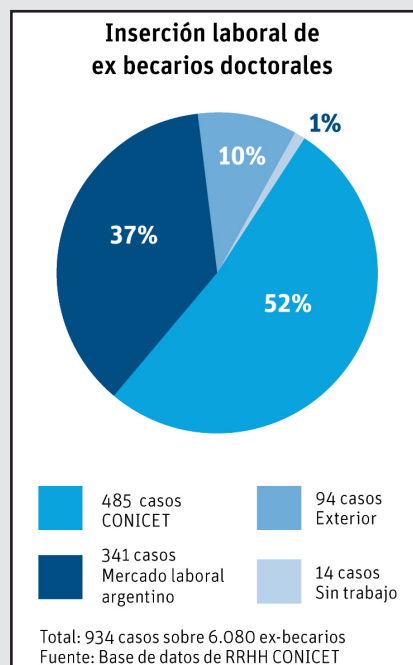
El programa +VALOR.DOC bajo el lema "Sumando Doctores al Desarrollo de la Argentina", busca vincular los recursos humanos con las necesidades y oportunidades de desarrollo del país y fomentar la incorporación de doctores a la estructura productiva, educativa, administrativa y de servicios.

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 sus 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.



OSCAR ENRIQUE PIRO

por Eduardo Ernesto Castellano

"El prólogo, en la triste mayoría de los casos, linda con la oratoria de sobremesa o con los panegíricos fúnebres y abunda en hipérboles irresponsables que la lectura incrédula acepta como convenciones del género". Esta opinión lapidaria de Borges, podría extenderse a la escritura de las llamadas "semblanzas". El caso de que el propio Borges haya sido autor de varios prólogos antológicos muestra, sin embargo, que la regla no carece de excepciones. Tal es el presente caso en que me toca delinear el perfil personal y académico del Dr. Oscar Enrique Piro. Además del placer que la ocasión me proporciona de hablar sobre este gran amigo y el más importante y fecundo de mis numerosos colaboradores, sus innegables cualidades refutan los prejuicios de la "lectura incrédula".

Oscar se incorporó a nuestro minúsculo laboratorio de Cristalografía alrededor de 1975, menos por convicción que empujado por las mínimas opciones que ofrecía el Departamento de Física de La Plata en esa época de olvidable pero no olvidado caos político e institucional. Nuestro laboratorio contaba apenas con un par de cámaras fotográficas de difracción que hacían necesaria la laboriosa medida de intensidades manualmente, comparando visualmente cada una de las



miles de manchas en las fotografías con una escala patrón, y con el magro apoyo de un computador de la Facultad de Ciencias Exactas al cual teníamos un acceso limitado. La primera estructura resuelta por Oscar, que hoy podría resolverse en un par de horas, le tomó como era habitual entonces, varias semanas de arduo trabajo. Duro bautismo mitigado por el placer de la elucidación final de resultados, que definió su conversión definitiva a la Cristalografía y nos dio el privilegio de poder contar con su colaboración desde entonces y por los siguientes 35 años.

A fines de 1976, sin perspectivas serias de poder contar en La Plata con facilidades experimentales más sofisticadas que permitieran la elaboración de trabajos científicos competitivos, resolví aceptar una posición en Brasil, en el Instituto de Física de São Carlos. Poco tiempo después (1978-1979) Oscar también salió de Argentina realizando un

pos-doctorado en Cristalografía de Proteínas en el grupo del profesor Paul B. Sigler, en Chicago. Con el retorno de Oscar a La Plata, a pesar de estar en países distintos, nuestra colaboración comenzó a ser cada vez más estrecha y efectiva.

A partir de 1981 Oscar ha visitado nuestro grupo en Brasil todos los años. Su sólida formación teórica (y enteramente autodidáctica) sumada a las facilidades de São Carlos, permitieron realizar estudios de diversos problemas de óptica y magnetismo en sólidos, interacciones moleculares en sistemas biológicos, estructuras de supra-moléculas de importancia en ingeniería ambiental y hasta alguna pequeña incursión en sólidos superconductores.

En nuestro Instituto de Física de São Carlos Oscar es una figura de reconocido prestigio, casi diría un miembro más de esta Casa. Ha dictado cursos en diversas oportunidades, ha colaborado en la orientación de alumnos de Doctorado, ha participado en varios jurados de contratación de profesores y defensas de Tesis de Maestría y Doctorado y recientemente ha sido convidado a proferir una conferencia en nuestro prestigioso ciclo "*Ciência às 19 horas*" dirigido a alumnos y público de la ciudad en general. Es autor de un número importante de trabajos

científicos ampliamente citados y en los últimos años, sin desmedro de sus actividades en investigación original, ha incursionado en la elaboración de monografías de carácter didáctico e histórico, escritas con admirable atención a detalles de integridad y consistencia.

Leyendo las líneas que anteceden percibo que en esta semblanza faltan unas palabras, algún comentario, que diga quién es Oscar, la persona, el amigo, no el académico. Esta ta-

rea está ciertamente más allá de mis posibilidades (o de cualquiera) en este corto espacio. Pero espero que me sea permitido contar que Oscar tiene notables atributos artísticos; es un dibujante excepcional desde su infancia, como atestiguan antiguos esbozos que he tenido el placer de apreciar y tiene un agudo sentido musical, que en general oculta por una cierta timidez. Sin embargo alguna vez he sido testigo de oírlo cantar en Brasil algún tango ayudado, posiblemente, por el dulzor de

una “caipirinha”. Cada vez que nos encontramos tenemos largas charlas que no excluyen la Física, la política y el triste destino de estas tierras que habitamos.

Tener un colaborador científico como Oscar, con las cualidades humanas, académicas y con el entusiasmo por el trabajo que los años no han atenuado es un lujo único que la suerte me ha deparado.

São Carlos (SP), Brasil, Marzo de 2016

UNA VISIÓN PERSONAL SOBRE LA RELACIÓN ENTRE ESTRUCTURA CRISTALINA Y MOLECULAR Y LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Palabras clave: Inicios Difracción de Rayos-X por Cristales en Europa y Argentina; Cristalografía Estructural; Cristalofísica; Espectroscopia de Sólidos; Físico-Química Supra-Molecular; Cristales Líquidos.
Key words: Dawn of X-ray Diffraction by Crystals in Europe and Argentina; Structural Crystallography; Crystal Physics; Spectroscopy of Solids; Supra-Molecular Physical-Chemistry; Liquid Crystals.

Oscar Enrique Piro

Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata e Instituto IFLP (CONICET, CCT-La Plata), C. C. 67, 1900 La Plata, Argentina

E-mail: piro@fisica.unlp.edu.ar

RESUMEN

La presente es una reminiscencia personal de mi desarrollo como científico. Tuve la fortuna de contar con padres que alentaron los valores de la educación y el trabajo. En ese contexto, disfruté de un temprano despertar a las cuestiones científicas promovido por mi exposición a fenómenos físicos que permearon mi niñez y adolescencia y que tuvieron su expresión tanto en la educación formal de las (por entonces) buenas escuelas públicas de mi ciudad natal, Necochea (BA), como en la informal a través de la experiencia adquirida como pasante en la industria y en pequeños talleres de la ciudad.

Más tarde, como estudiante de la UNLP, extendí y perfeccioné aquellos conocimientos incipientes, asimilando los fundamentos rigurosos

de los mismos y me inicié en el conocimiento de nuevas áreas de la Ciencia. Como estudiante graduado en Física, adopté como área de investigación la Física del Estado Sólido, particularmente Cristalografía Estructural por métodos de difracción de rayos-X, recibiendo de la UNLP el título de Doctor en Física (PhD) en 1977.

Becado por el CONICET, durante el período 1978-1979 realicé una estimulante y formativa estadía postdoctoral en la prestigiosa Universidad de Chicago, trabajando en cristalografía por difracción de rayos-X de macromoléculas biológicas. Soy uno de los pioneros en un enfoque a la solución del llamado 'problemas de las fases' en Cristalografía basado en la Teoría de Información (Máxima Entropía).

Luego de mi retorno a Argentina en 1980, ingresé a la Carrera del Investigador de CONICET, donde alcancé la jerarquía de Investigador Superior en 2010, y actualmente soy Profesor Titular de la UNLP. Mi área de investigación se mantiene basada en la Física del Estado Sólido, particularmente sobre la estructura y propiedades ópticas y espectroscópicas (principalmente infrarroja y Raman) de cristales. Corrientemente, trabajo en la relación estructura vs propiedades de materiales inorgánicos, orgánicos, metal-orgánicos (incluyendo minerales), bio-orgánicos y bio-inorgánicos, farmacéuticos (tanto naturales como sintéticos), supra-moleculares, y cristales líquidos.

1. PRÓLOGO

Ciertamente, no es fácil llevar a

la forma textual setenta años de reminiscencias, una suerte de 'auto-obituario con final abierto', pero lo intentaré, comenzando por el principio.

■ 2. BREVE BIOGRAFÍA

Nací en Necochea (BA) un día después del inicio de 1944. Mi padre, Pedro Domingo, era herrero artístico y de obras y mi madre, Rosa Antonia Graciano, ama de casa, ambos descendientes de inmigrantes italianos de origen campesino. A pesar que ninguno de ellos había completado la escuela primaria, marcaron (particularmente mi madre) en mi temprana conciencia la importancia de la educación. Ambos predicarían con el ejemplo la importancia del trabajo.

■ 3. EDUCACIÓN. ESCUELA PRIMARIA

Después de dos años de pre-escolar en un colegio de monjas, donde aprendí a dibujar mis primeros palotes de la mano de las Hermanas Antonia y Rosario, mis padres me enrolaron en la escuela estatal N° 12. Por aquél entonces, la escuela pública era de buena calidad, no la habitaban 'trabajadores de la educación' sino maestros idóneos, dedicados y dignamente remunerados, y el inicio puntual de las clases y el desarrollo normal del calendario escolar no ocupaban la primera plana de los diarios. Particularmente, recuerdo a la Maestra Sra. de Mazzone quien nos deleitaba con sus conocimientos sobre Historia Antigua y Romana, cuando ampliaba las respuestas de un popular programa radial de aquella época llamado 'Odol Pregunta'. Una crítica que tengo (además del culto a la personalidad practicado por el gobierno de aquél entonces en las clases de Literatura y Música) es el poco espacio en la currícula para la enseñanza

de la Ciencia. En una oportunidad, supliqué (con éxito) a la maestra que habláramos sobre el funcionamiento del timbre eléctrico a pila y del telescopio (!)

Durante la primaria, por las tardes acompañaba a mi padre al taller de herrería, donde aprendí los rudimentos del oficio. Visto en retrospectiva, ¡son notables las nociones empíricas sobre Física y Matemática que pueden asimilarse en un taller! Cambio del color rojo cereza a rojo y luego rojo-blanco del hierro cuando es calentado en una fragua, diseño de baldes de un volumen dado como desarrollos de conos, generación de arcos eléctricos para soldar metales, etc. Estos conocimientos rudimentarios, tendrían una primera racionalización sistemática en la Escuela Secundaria y más tarde una fundamentación científica rigurosa en la Universidad.

■ 4. ESCUELA SECUNDARIA (1956-1962)

A pesar que mi padre hubiera querido para mí una educación secundaria orientada hacia la por entonces rentable y socialmente prestigiosa carrera de Medicina, el destino estaba sellado y fui enrolado en una Escuela de Educación Técnica (ahora se llaman ESET) de tiempo completo. Favorecido por una todavía buena educación pública, con un cuerpo de profesores de extracción universitaria, incluyendo Profesores de Física, Ingenieros Electromecánicos y Civiles, Químicos, Arquitectos, etc., inicié mi formación sobre, entre otros saberes, Física, Matemática y Química. Por aquella época no me eran ajenos conceptos sobre Cálculo Infinitesimal e Integral, Dinámica y Estática de Fluidos, Termodinámica, Estática y Resistencia de Materiales, etc. Luego de tres años de prácticas de taller en la Escuela, el entrenamiento de los últi-

mos tres años se desarrollaba como pasante en el 'mundo real' de la industria, tanto de relativamente gran escala (Astilleros Navales de Puerto Quequén, Usina Termoeléctrica de Necochea) como en pequeñas empresas. En estas últimas pude aplicar mis conocimientos teóricos adquiridos al diseño y construcción de cabreadas, acarreadores de cereal, etc. y aprender los rudimentos de Electromagnetismo en un taller de bobinado de generadores y motores.

■ 5. EDUCACIÓN UNIVERSITARIA

Influenciado por un primo mayor llamado Osvaldo, que había iniciado estudios en la UNLP, elegí ese destino para perfeccionar mi educación. Con 19 años como nativo de la costa atlántica, llegué a La Plata en Enero de 1963 para cumplimentar un curso de ingreso sobre Álgebra, Geometría y Trigonometría. Desalentado por un verano caluroso y húmedo (¡como los de la época presente!), que mi primo definió 'para batracios', colecté los (excelentes) apuntes del curso y me preparé en mi pueblo para rendir libre el examen de ingreso.

Consciente que mi vocación se orientaba hacia la Física o la Ingeniería, y notando la similitud de los respectivos planes de estudio cubriendo los primeros años, me inscribí en la Licenciatura en Física e Ingeniería en Telecomunicaciones. Pude llevar razonablemente bien las dos carreras en paralelo hasta el segundo año cuando en Dibujo Técnico II (por ser Técnico Mecánico, me dieron por aprobado Dibujo Técnico) debí emprender el dibujo a 'mano alzada' de complejos cortes de un motor de explosión. Allí decidí que la Ingeniería no era para mí y me concentré en la carrera de Física.

Por aquella época, cursábamos

algunas materias de matemáticas básicas (por ejemplo, Álgebra y Cálculo Numérico) con los estudiantes de Ingeniería. Recuerdo las clases de la Profesora Araceli González en un Anfiteatro de Física atestado, cuando blandiendo un largo puntero señalaba regiones inalcanzables del enorme pizarrón para explicar el fatigoso tema sobre determinantes. Aún no se ha volatilizado de mi memoria el recuerdo de haberme escapado de la aburrida comisión de trabajos prácticos que me había tocado en suerte para atender en otra comisión una clase estimulante y reveladora sobre cónicas que dictó el Ing. Abel Polonsky. También perduran en mi memoria las clases de Análisis Matemático del Dr. Jacobo Gordon (pionero del desarrollo de la informática en La Plata), condimentadas con una infinidad de ejemplos que desarrollaba en el pizarrón. Asimismo, recuerdo las clases magistrales del Dr. Germán Fernández (el inolvidable 'Gallego') sobre Matemáticas Especiales. Al año siguiente, el Dr. Fernández causaría mi desazón al anunciar que no sería él (como estaba programado) quien iba a dictar Métodos de Fisicomatemáticas, sino una joven matemática formada en Francia y que acababa de desembarcar en la UNLP, llamada Beatriz Margolis. El desencanto inicial se vio completamente disipado cuando la Dra. Margolis dictó uno de los mejores cursos sobre matemáticas al que yo haya jamás asistido.

Fui más auto-didacta en las materias de Física y acuden a mi memoria estimulantes clases sobre Termodinámica del Dr. Ernesto J. Bertomeou y la introducción de la Mecánica Cuántica moderna a los cursos del Departamento de Física por el Dr. Víctor Alessandrini.

■ 6. TRABAJO DE LA LICENCIATURA Y TESIS DOCTORAL

Hacia finales de la licenciatura, me encontré con un Departamento de Física arbitrariamente parcelado en 'experimentales' y 'teóricos', que funcionaban como compartimientos estancos. Convencido que la simbiosis entre los aspectos experimentales y teóricos de la Física se adecuaban a mi noción de la disciplina (enunciada claramente por Robert A. Mulliken: *Science walks forward on two feet, namely theory and experiment...but continuous progress is only made by the use of both*), me especialicé en Física del Sólido, particularmente Teoría de Campo Ligante y Resonancia Paramagnética Electrónica (RPE). Sin embargo, por aquellos tiempos, la dirección y parte del personal del laboratorio que cultivaba estos temas estaba enfrascado en una improbable 'lucha ideológica' con un fervor digno de mejor causa y campeaba la noción que 'no estaban dadas las condiciones políticas para trabajar en Ciencia'. Yo no comulgaba con eso. Históricamente, nada bueno había resultado de la intromisión de pasiones ajenas en el desarrollo de la Ciencia. Después de todo, por motivos sectarios Antoine Lavoisier, padre de la Química moderna y una de las mentes científicas más brillantes del siglo XVIII, tuvo su cabeza guillotina durante el Reino del Terror de la tumultuosa Revolución Francesa. Los ingleses, con esa lucidez de mantenerse al margen de los desatinos ideológicos y religiosos provenientes del Continente, crearon las llamadas 'Sociedades Científicas', con la premisa que la Ciencia no se vea contaminada por la ideología o la religión. Tal vez esto estuvo en la mente de Bernardo A. Houssay cuando fundó en 1958 nuestro benemérito CONICET.

Afortunadamente, surgieron en mi vida profesional dos personas que

profesaban las mismas convicciones y compartían un similar entusiasmo por un trabajo serio y dedicado, en lo posible independiente de las inestabilidades políticas tan comunes por estas desafortunadas latitudes. Ellos fueron Eduardo E. Castellano y Pedro J. Aymonino. Esta época marca mi conversión (inducida por Castellano) a la Cristalografía Estructural, una metodología centenaria basada en uno de los descubrimientos más importantes de la Física, esto es, la difracción de rayos-X por cristales. Fenómeno concebido por Max von Laue durante las Pascuas de 1912, por inspiración de Peter Ewald (un doctorando de A. Sommerfeld), y verificado en un experimento legendario realizado por Walter Friedrich y Paul Knipping (doctorados bajo la dirección de W. Roentgen) en Munich, Alemania. Albert Einstein escribiría sobre el fenómeno en 1912: *Es la cosa más maravillosa que yo haya jamás visto. Difracción debida a moléculas individuales, cuyo arreglo es así puesto en evidencia.*

Poco después, a mediados de 1912, noticias del descubrimiento llegan a Inglaterra y a William Henry Bragg, quien interesa en el tema a su hijo William Lawrence. Así, Bragg padre e hijo implementan la instrumentación (W. H. Bragg) y re-interpretación teórica (W. L. Bragg) del fenómeno para la determinación de estructuras cristalinas simples (Piro, 2016 y referencias allí citadas). Éste sería el inicio del portentoso desarrollo de la metodología ocurrido durante los últimos 100 años.

Con Castellano y Aymonino formamos un equipo altamente complementario. Castellano aportaría su experiencia como doctorando de la UNLP en temas sobre física de generación y propiedades de rayos-X y como post-doctorando en Oxford, Inglaterra, en la resolución de estructuras cristalinas por métodos de

difracción de rayos-X. Allá por 1971 un competente y entusiasta Castellano había montado un laboratorio con facilidades elementales, pero completas, para abordar el trabajo estructural (generadores de rayos-X, cámaras para la colección fotográfica de datos, paquetes de programas cristalográficos, etc.). De esta manera fundaría el que es hoy el laboratorio de cristalografía estructural más importante de Argentina y uno de los más relevantes de Latinoamérica (allí se formaron destacados cristalografos macromoleculares actuales, incluyendo D. A. Podjarny, J. Navaza y P. M. Alzari), otorgando continuidad y 'aggiornamento' a una larga tradición del país en la metodología (Ewald, 1962). Sus albores se remiten a 1929, cuando H. Damianovich viaja al Laboratorio del Prof. J. -J. Trillat en París para estudiar por difracción de polvos la estructura de electrodos de platino expuestos a la acción del He (Damianovich & Trillat, 1929), seguido en 1933 por E. E. Galloni, de la UBA, becado por el gobierno Español para trabajar en Madrid con el Prof. J. Palacios sobre la estructura cristalina de minerales (Palacios & Galloni, 1934). Sin embargo, no fue sino hasta 1938 cuando mediante una cámara de polvos, instalada en el antiguo Instituto de Medicina Experimental (fundado en 1922), fue posible el primer estudio estructural por difracción de rayos-X (del óxido de platino) enteramente realizado en Argentina (Galloni & Roffo, 1941).

Más tarde (en 1976) Castellano emigraría a Brasil, donde contribuiría decisivamente a insertar ese país en el mapa de la cristalografía estructural internacional, y desde donde mantendría una estrecha y fructífera colaboración con el laboratorio platense que se extiende hasta el presente.

P. J. Aymonino (entonces Di-

rector del programa QUINOR de CONICET), discípulo de H. Schumacher, uno de los padres de la Fisicoquímica Argentina, y él mismo figura señera de la Fisicoquímica Inorgánica del país, proveería la síntesis química rigurosa de complejos de coordinación y la caracterización espectroscópica de los mismos. De aquella 'sociedad' saldrían las primeras estructuras de sólidos de coordinación enteramente medidas (fotográficamente por el método de oscilación y Weissenberg), resueltas (por métodos de Patterson y de Fourier) y refinadas (por cuadrados mínimos) en el laboratorio platense. La sal nitroprusiato de estroncio, $\text{Sr}[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]\cdot 4\text{H}_2\text{O}$, (Castellano, Piro & Rivero, 1977), que siguió a la sal de bario (publicada en 1973), requirió la estimación visual de las intensidades relativas de unas 1020 reflexiones de Bragg registradas en 5 films (!) y fue parte de mi trabajo de tesis doctoral (Piro, 1977).

■ 7. UN ATISBO A LAS GRANDES LIGAS CIENTÍFICAS. ETAPA POST-DOCTORAL EN LA UNIVERSIDAD DE CHICAGO (1977-1979)

Luego de mi doctorado en 1977, obtuve una beca externa de CONICET para hacer un post-doctorado en la Universidad de Chicago. Sin una idea definida sobre la especialidad, finalmente opté por una propuesta para trabajar en el Departamento de Biofísica y Biología Teórica sobre cristalografía estructural por difracción de rayos-X en macromoléculas de interés biológico, un tema cuyo notable desarrollo se extiende hasta nuestros días y a los tiempos por venir. A pesar que un poco fuera de mi campo de formación previa como físico del sólido, sin embargo rescaté dos aspectos de esta etapa sumamente formativos:

i) Exposición a la estimulante atmósfera científica de una de las

universidades más prestigiosas del mundo (allí habían trabajado, entre otros, grandes figuras de la Física como Albert Abraham Michelson y Enrico Fermi). En Chicago confirmé la importancia del trabajo interdisciplinario. La Universidad llevaba a cabo seminarios conjuntos involucrando los Departamentos de Física, Química, Matemáticas y Astronomía. Esto generaba lenguajes comunes para expresar ideas que, con origen en una disciplina, podrían generar avances en el conocimiento de otras áreas. En esos seminarios, asistí a exposiciones de físicos incluyendo H. Bethe, S. Chandrasekhar, H. Fano, E. Teller, L. Kadanoff, etc, del astrofísico D. Schramm y de cristalografos macromoleculares como A. Klug y W. Hendrickson, entre otros.

ii) Asomarme al conocimiento de la Biología Molecular, disciplina donde el fenómeno natural más extraordinario, *la Vida*, es estudiado desde la perspectiva y metodología de la Física. La determinación de la estructura de macromoléculas vitales por métodos de difracción de rayos-X juega un rol fundamental en el entendimiento del funcionamiento biológico a nivel atómico-molecular de esos sistemas.

Durante mi estadía en Chicago desarrollé ideas (inspiradas en fluctuaciones termodinámicas de la Mecánica Estadística) iniciadas en La Plata sobre un enfoque pionero a la solución del llamado 'problema de las fases' de la Cristalografía Estructural (ver una explicación simplificada del problema en Piro, 2014) mediante la Teoría de la Información. El novedoso enfoque está basado en maximizar la entropía estructural sujeta al conocimiento experimental de intensidades de difracción de rayos-X y los resultados fueron publicados en 1983 (Piro, 1983). También, ahora en colaboración, realicé estudios preliminares sobre la es-

estructura de una enzima involucrada en el isomerismo de una hormona esteroide (Westbrook, Piro & Sigler, 1984) y determiné la estructura del oxalato de calcio (Whewellita), un componente cristalino de los cálculos renales (Deganello & Piro, 1981).

■ 8. EL REGRESO

A fines de 1979 regreso a Argentina y al año siguiente ingreso a la Carrera del CONICET y doy continuidad a mi actividad docente en la UNLP. Entonces retomo las colaboraciones previas, ahora potenciadas por el acceso a datos obtenidos por Castellano con un difractómetro automático del Instituto de Física de San Carlos (IFSC), Universidad de San Pablo (USP), Brasil.

La primera estructura resuelta en el marco de esta colaboración fue la del complejo de coordinación $K_3[Co(CN)_5N_3] \cdot 2H_2O$ (Castellano *et al.*, 1982). Este compuesto y las previamente resueltas sales nitroprusiato de Ba y Sr constituyen excelentes ejemplos de la relación estructura-propiedades físicas de los sólidos. En efecto, la estructura cristalográfica de las sales nitroprusiato de Sr y de Ba revela un apilamiento antiparalelo de los intensamente polares grupos nitrosilos (NO) vecinos en la red. Esto origina un fuerte acoplamiento dipolo-dipolo que se refleja en la absorción IR por parte de este modo de vibración del sólido (González, Aymonino & Piro, 1984). Este descubrimiento (que Castellano llamó jocosamente 'Efecto Piróscafo') es seguido por un estudio cuantitativo detallado del acoplamiento dipolo-dipolo en los sólidos, desentrañado mediante métodos de sustitución isotópica (González *et al.*, 1986). Este tema sería parte de la tesis doctoral de S. R. González (dirigida con Aymonino), la que sería distinguida con la Primera Mención del Premio Dr. H. Schumacher 1984-1986 de la

Asociación Argentina de Investigación Físico Química (AAIFQ).

La cristalografía del complejo de cobalto revelaría un arreglo similar de grupos azida N_3 vecinos en la red e indicaría un acoplamiento entre los fuertemente polares modos vibracionales de estiramiento antisimétricos de dichos grupos en el cristal. Esta interacción sería ahora puesta en evidencia combinando datos de espectroscopia IR y Raman (Piro, 1985).

Por aquella época (1986) publicamos el primero de una serie de trabajos sobre estados meta-estables de la familia de cristales isomorfos $Na_2[M(CN)_5NO] \cdot 2H_2O$ (M: Fe^{II}, Ru^{II}, Os^{II}), ¡un verdadero tributo a D. Mendeleev! Dichos estados meta-estables son potencialmente útiles en el almacenamiento óptico de información y la interpretación de los espectros IR requieren conocimientos de la óptica de cristales anisotrópicos absorbentes (Güida, Piro & Aymonino, 1986; Güida, Piro & Aymonino, 1988; Güida *et al.*, 1993; Güida, Piro & Aymonino, 1995; Güida *et al.*, 1997). Este tema sería parte de la tesis doctoral de J. A. Guida (también dirigida con Aymonino), la que sería distinguida con el Premio Dr. L. F. Leloir 1991-1992 de la UBA y la Primera Mención del Premio H. Schumacher 1992-1993.

La necesidad de interpretar el comportamiento espectroscópico de delgadas láminas mono-cristalinas anisotrópicas y absorbentes, me lleva a encontrar que no existía en la bibliografía un tratamiento completo sobre la física de interacción de la radiación electromagnética con tales muestras sólidas. En el que considero uno de mis trabajos más importantes, se cubre esa carencia en la literatura proveyendo nuevas ecuaciones que describen cuantitativamente el fenómeno y que son de

considerable interés teórico para la óptica de cristales y de relevancia práctica en la espectroscopía de sólidos (Piro, 1987). Fiel a mi concepto original sobre el trabajo en Ciencia, comencé a aplicar aquellas ecuaciones en la interpretación de la estructura vibracional de diversos sólidos sintetizados y estudiados espectroscópicamente por el grupo de trabajo (Piro *et al.*, 1987; Piro, Castellano & González, 1988; Piro *et al.*, 1989a; Güida *et al.*, 1989; Piro *et al.*, 1991; Güida *et al.*, 1992).

En 1986, J. G. Bednorz y K. A. Müller, trabajando en IBM, descubren el fenómeno de superconductividad a relativamente altas temperaturas (de nitrógeno líquido) en un improbable material cerámico (Bednorz & Müller, 1986). El hallazgo desató una intensa actividad de investigación a escala mundial nunca vista antes en Física. Siendo el conocimiento de la estructura cristalina y molecular de estos sólidos una pieza de información fundamental para tratar de entender su funcionamiento, la cristalografía por difracción de rayos-X (y de neutrones) resultó desde el inicio una herramienta clave en el estudio de estos materiales. Es así que, aprovechando las facilidades de síntesis del Laboratorio de Materiales del IFSC, USP, con Castellano iniciamos una breve incursión en el tema (Andreeta *et al.*, 1987; Piro *et al.*, 1989b). Más aún, empleando un 'kit' elaborado en el IFSC, en Julio de 1987 demostramos el fenómeno por primera vez en La Plata ante un Anfiteatro de Física desbordado por participantes de la Escuela Latino Americana de Física (ELAF 1987) y otras personas interesadas.

Poco después de mi regreso a Argentina, se agrega una activa colaboración con Enrique J. Baran, ex-docorando de Aymonino y actualmente un referente mundial de cristal-fisicoquímica de materiales inorgánicos.

cos, bio-inorgánicos y mineralógicos. Dicha colaboración se extiende hasta nuestros días y ha dado lugar a medio centenar de trabajos publicados. De entre ellos, me permito mencionar dos de factura reciente, originados en el notable 'olfato científico' de Baran para identificar problemas relevantes de cristal-fisico-química y mineralogía no resueltos. Uno de ellos se refiere a la remoción de incertezas estructurales de larga data sobre un complejo icónico de la Química de Coordinación, esto es $\text{NaMg}[\text{Cr}(\text{oxalato})_3] \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (Piro *et al.*, 2015). El otro se basa en la estrategia de síntesis de minerales que permite la obtención de monocristales con un grado de pureza (normalmente inalcanzable por las vetas naturales) adecuado para un trabajo estructural detallado por difracción de rayos-X. De esta manera, y luego de, respectivamente, 60 y 50 años desde su descubrimiento en la cuenca del Río Lena de Siberia, Rusia, hemos desvelado ante los ojos de los científicos la belleza estructural de la stepanovita y la zhemchuzhnikovita y el rol fundamental que juegan las aguas y sus puentes de hidrógeno en las propiedades de estos minerales (Piro *et al.*, 2016).

■ 9. VOLVIENDO A LAS RAÍCES

Hacia fines de los 1980's, retomo el tema de mi especialización como estudiante graduado, esto es, la Teoría de Campo Ligante y RPE. En efecto, comienzo una colaboración con el grupo de Rafael Calvo para cubrir los aspectos estructurales de estudios sobre las propiedades magnéticas de complejos de $\text{Cu}(\text{II})$ con cadenas cortas de aminoácidos (dos y tres monómeros). Las mismas son consideradas sistemas modelo de las complejas metal-proteínas macro-moleculares. La colaboración se extiende hasta inicios de 2000 y da lugar a una decena de artículos (Stern *et al.*, 1989; Levstein *et al.*,

1990; Calvo *et al.*, 1991; Martino *et al.*, 1991; Calvo *et al.*, 1993; Piro *et al.*, 1997; Castellano *et al.*, 1998; Dalosto *et al.*, 1999; Sartoris *et al.*, 1999; Rizzi *et al.*, 2000; Schweigkardt *et al.*, 2002).

■ 10. LLOVÍA SOPA Y NOS SORPRENDIÓ CON UNA CUCHARA EN LA MANO

En lo instrumental, 1995 marcó un hito para el Laboratorio (desde 1992 convertido en el Laboratorio Nacional de Difracción, LANADI-CONICET). Con la ayuda de Castellano, convocamos a un muy hábil ingeniero Holandés llamado Cees Bass, de la compañía Enraf-Nonius, para la instalación y puesta en funcionamiento de un difractómetro CAD4 de mono-cristal producido por la firma, equipado con una fuente de rayos-X de ánodo rotatorio y detector puntual de centelleo. Este equipamiento había sido adquirido con fondos CONICET hacia fines de los 1980's merced al esfuerzo, por momentos titánico y no exento de un injustificable e intenso 'fuego amigo', de dos de mis colegas del laboratorio, Blas E. Rivero (prematuramente fallecido poco antes de la instalación) y Graciela Punte (actual Directora del LANADI).

Ese mismo año de 1995, Aymonino me presenta a Ángela F. Danil de Namor. Doctorada en Fisico-química en la Universidad del Sur, Bahía Blanca y ahora Profesora de la Universidad de Surrey, en Guildford, Reino Unido, la Dra. Namor es una referente mundial de la fisico-química supra-molecular en el área de termoquímica, electroquímica, espectroscopia de UV y de RMN y conductimetría en solución. Ella me plantea una colaboración para cubrir un aspecto esencial de la investigación en el área, esto es, la relación estructura supra-molecular vs propiedades fisicoquímicas

de esos materiales, particularmente su habilidad como quelante de pequeñas moléculas orgánicas (solvente) y de metales pesados. Éste es justamente un tema en el territorio de la cristalografía estructural y la propuesta abrió una nueva y estimulante línea de investigación para la que, inmediatamente, convoqué a Castellano. Sorprendentemente, por aquella época 'llovía sopa y nos sorprendió con una cuchara en la mano'. En efecto, además del viejo difractómetro del IFSC, USP, Brasil, ahora contábamos con el recientemente instalado difractómetro platense, nominalmente con una intensidad del haz incidente un orden de magnitud superior. Si, la capacidad experimental (junto con la computacional tanto en electrónica como en programación) había mejorado enormemente desde mis primeras medidas 'a ojo' de 20 años atrás, una característica distintiva en la evolución de la metodología. Sin embargo, estas supra-moléculas (principalmente macro-cíclicas, tales como los calixarenos y sus complejos), de porte intermedio entre las 'pequeñas moléculas' y las macro-moléculas biológicas, pueden poseer hasta 200 átomos no-hidrógeno independientes y requerir la medida de entre 20000 y 50000 reflexiones de Bragg. Es así que, debido al carácter secuencial de las medidas en los instrumentos mencionados, donde se usan detectores puntuales de centelleo (se mide una reflexión por vez), la colección de un conjunto completo de datos podía demorar una semana. Estos largos tiempos favorecían el deterioro por radiación-X de los mono-cristales y además dificultaban (instrumental y económicamente) el empleo de medidas a bajas temperaturas. Esta condición mejora la estabilidad del cristal y la cantidad y calidad de datos en razón de la menor agitación térmica atómica de aquéllos sólidos moleculares. Pero felizmente el progreso

instrumental no se detuvo y en el 2000 Castellano pudo disponer en Brasil de un difractor automático Enraf-Nonius equipado con un detector de área CCD y facilidades de soplado de vapor de nitrógeno líquido. De nuevo, el calificado Ing. Cees Bass fue comisionado para instalar ese instrumento y desde entonces hizo el mantenimiento periódico del mismo y siempre contestó, desde cualquier lugar del mundo donde se encontrara, las llamadas telefónicas de Castellano para resolver los problemas técnicos que surgieran con el equipo. Durante una cena en la casa de Castellano, en reconocimiento al notable Holandés levanté mi copa para proponer: *a toast to the man who keeps our toys running*.

La filosofía de medida con un detector CCD (la misma que un film radiográfico) es el registro simultáneo de múltiples reflexiones. Esto acorta significativamente el tiempo total de colección de datos. En efecto, una medida que con un antiguo detector serial tomaba un día, ahora con un moderno CCD se puede completar en una hora.

Es así que comenzamos el estudio estructural de, principalmente, una serie de nuevos derivados de calix[4]arenos sintetizados y cristalizados por el grupo de la Dra. Namor y también de complejos de inclusión de estos macro-ciclos tanto con moléculas de solvente en su cavidad hidrofóbica como con cationes en su cavidad hidrofílica (Danil de Namor *et al.*, 1998a; Danil de Namor *et al.*, 1998b; Danil de Namor *et al.*, 2002; Danil de Namor *et al.*, 2005a; Danil de Namor *et al.*, 2005b). Los calixarenos constituyen moléculas que por su versatilidad presentan gran interés en Fisicoquímica Orgánica básica y también en tecnología, por sus posibles aplicaciones como verdaderos reservorios moleculares para el reconocimiento y transporte

de especies químicas más pequeñas. Esta propiedad de los macro-ciclos los hacen potencialmente útiles en procesos de extracción de metales preciosos (tales como la plata) y de compuestos estratégica y tecnológicamente relevantes (como UO_2^{2+}) y en la preservación del medio ambiente eliminando contaminantes acuíferos, tales como Cd^{2+} , Hg^{2+} y Pb^{2+} y también herbicidas. Parte del proyecto, titulado *Development of viable technologies and monitoring systems for the remediation/detection of mercury in South American waters. Design of chelators with therapeutic properties (Mercury)*, fue subvencionado durante el período 2002-2005 por la Comunidad Económica Europea.

Relacionado con la temática anterior, hemos incursionado en simulaciones de Dinámica Molecular en estos sistemas. En efecto, determinamos nuevos parámetros de Lennard-Jones para los iones contaminantes Cd^{2+} and Pb^{2+} que describen la interacción ion-agua (De Araujo *et al.*, 2007). Basado en dichos parámetros y en las estructuras cristalográficas, hemos simulado con éxito la sinérgica y conformación de equilibrio en soluciones de acetonitrilo de complejos de Cd^{2+} y Pb^{2+} con un derivado estérico y otro cetónico del *p*-tert-butil calix(4)areno, macro-ciclos potencialmente útiles para actuar como secuestrantes de estos iones peligrosos para el medio ambiente (De Araujo *et al.*, 2008). Estos trabajos integran la tesis doctoral de A. Suman de Araujo (USP, 2006), dirigida con Castellano.

De la veintena de artículos publicados en colaboración con la Dra. Namor, deseo enfatizar dos que pueden considerarse como nuestra contribución más importante a las bases moleculares de procesos de extracción por parte de macro-ciclos y que además demuestran el valor de la

investigación básica en el desarrollo de sistemas tecnológicos para la remoción de contaminantes acuíferos. El primero de ellos se refiere a la síntesis y el estudio por difracción de rayos-X en el sólido y por diversos métodos fisicoquímicos en solución, de dos complejos de Ag(I) y Hg(II) con un derivado parcialmente sulfurado del *p*-tert-butil calix[4]areno. Allí señalamos la potencial aplicación de este macro-ciclo en la remoción de mercurio de aguas contaminadas, mediante su anclaje a un soporte de sílica y demostramos su funcionamiento práctico como un verdadero filtro molecular reciclable (Danil de Namor *et al.*, 2011). El segundo se refiere a similares estudios sobre dos receptores moleculares, ambos derivados amino del calix[4]areno, y su interacción con herbicidas ácido cloro-fenólicos. En este trabajo, determinamos la capacidad (reciclable) de los receptores en la extracción de herbicidas de aguas contaminadas, de nuevo mediante su anclaje a un soporte de sílica (Danil de Namor *et al.*, 2015).

■ 11. LA CONEXIÓN RIOPLATENSE

En 1997 comienzo una colaboración (mediada por Baran) con la Universidad de la República, Montevideo, Uruguay, inicialmente con Eduardo Kremer y luego continuada por su tesista de doctorado (co-dirigida por Baran), Dinorah Gambino. Más tarde (en el 2000), se incorporaría a la colaboración rioplatense otro grupo muy activo, liderado por Mercedes González y Hugo Cerecetto. Luego de un comienzo sobre estudios estructurales en complejos de coordinación (de interés básicamente académico) los investigadores uruguayos dan un vuelco importante a su línea de trabajo, orientándola hacia la nascente farmacología molecular. Para ello, emprenden la síntesis y caracterización estructural

ral y espectroscópica de potenciales fármacos orgánicos aislados y, aprovechando su formación original en la Fisicoquímica de Coordinación, de complejos de metales con, básicamente, derivados del ligante semicarbazona. Esto último alentado por la creencia que algunos complejos de fármacos con iones de transición biológicamente aceptables pueden llegar a mejorar, modular o modificar la bio-actividad de los mismos (Otero et al., 2003; Noblía et al., 2005; Rebolledo et al., 2005; Aguirre et al., 2005; Gerpe et al., 2006; Otero et al., 2006; Cabrera et al., 2007; Rodríguez et al., 2009; Fernández et al., 2013; Álvarez et al., 2014; Machado et al., 2014).

Estos compuestos resultan de interés en la terapia antitumoral y también en el tratamiento de enfermedades causadas por protozoarios (*Chagas*, *Leishmania*, y *T. vaginales*). Como novedad, el grupo Oriental incorpora estudios cuantitativos de la relación estructura-actividad biológica (QSAR) con el fin de reconocer los requerimientos estructurales para una mayor actividad de los fármacos. Un proyecto no menor, dado que en particular la ‘enfermedad de Chagas’ o ‘trypanosomiasis americana’ representa un serio problema de salud pública en los países de la región donde es endémica (21 países de América Central y del Sur), debido a que no existen métodos efectivos de inmunoprofilaxis o de quimioterapia. La enfermedad es causada por el protozoario *Trypanosoma cruzi* y afecta a 16-18 millones de personas infectadas, constituyendo, además, una amenaza para una población estimada en unos 100 millones de personas.

■ 12. AIRES DE CAMBIO EN EL CAMPO INORGÁNICO LOCAL

También los químicos inorgánicos locales sintieron la necesidad de

un cambio en la orientación de sus investigaciones. Con pesar, Aymonino comentaría que en los foros científicos internacionales se consideraba (exageradamente) a la Química Inorgánica como la ‘química de la muerte’, en tanto que la Química Orgánica (y la Bioquímica) disfrutaba el status de ser la ‘química de la vida’. Y es así que sus discípulos (principalmente Baran) y los discípulos de sus discípulos comenzaron a trabajar en la interfase de esta partición secular de la Química, esto es en temas de bio-inorgánica y también sobre sustancias orgánicas tanto naturales como sintéticas de potencial interés farmacológico. Es en este marco que, en colaboración con el ahora Centro CEQUINOR, incursionamos en la estructura de nuevas sustancias sintéticas potencialmente útiles para la suplementación de Mg(II), tema relevante tanto en Medicina Humana como en Veterinaria (Wagner, Baran & Piro, 1999), en complejos de Li(I) útiles como fármacos para el tratamiento de desórdenes afectivos (Tobón-Zapata et al., 1998; Wagner et al., 1999), como así también del fármaco natural Diogenona, empleado en el tratamiento de la malaria (Piro et al., 2002). También en complejos de Cu(II) con potencial actividad antitumoral (Williams et al., 2008; Islas et al., 2014), antibacterial (López Tévez et al., 2011), y antimicrobiana (López Tévez et al., 2012) y en la sal clorozincato(II) de *sertralina*, que en animales de laboratorio muestra una intensa actividad anti-depresiva (Escudero et al., 2016) y que ha sido objeto de una reciente patente.

El principio activo de una buena parte de los medicamentos se extrae de productos naturales. Aprovechando la fitodiversidad de las forestas sub-tropicales del Noroeste Argentino, investigadores de esa región (varios formados en el rigor de la Fisicoquímica Inorgánica platense)

realizan la extracción, purificación, cristalización y caracterización fisicoquímica y estudian la relación estructura-propiedades farmacológicas de esos productos naturales. Claramente, la cristalografía estructural juega un rol fundamental en estas investigaciones y de ahí mi contribución a esos estudios. Particularmente, en colaboración con personal de la Universidad Nacional de Tucumán, abordamos la determinación estructural de fármacos naturales, tales de 2R-(-)-6-hydroxytremetone, sustancia bioactiva, obtenida a partir de extractos de la planta *Xenophyllum poposum* (Phil) V.A. Funk, empleada en el tratamiento popular de hipertensión arterial, reuma y otras afecciones (Romano et al., 2008), de 4H-1-Benzopyran-4-one,5-hydroxy-2-(4-hydroxyphenyl)-7-methoxy-6,8-dimethyl, extraída de la *Miconia ioneura* (M.i.) *Melastomataceae*, que crece en la región de yungas de la selva tucumana y que presenta actividad antimicrobiana (Tracana et al., 2010) y de 4-hidroxy-3-(3-methyl-2-butenyl) acetophenone, un anti-fungicida extraído de *Senecio nutans* Sch. Bip., *Asteraceae*, (Piro et al., 2013). Con personal de la Universidad Nacional de Salta hacemos lo propio en complejos de lapacholato con iones de metales de transición, tales como Mn(II), Co(II), Ni(II), Cu(II), Zn(II) y Cd(II) (Martínez et al., 2003; Martínez et al., 2005; Farfán et al., 2009; Farfán et al., 2012; Farfán et al., 2015). Lapachol (LapH) es un producto natural que se extrae de la madera del árbol de lapacho (género *Tabebuia ipe*), y sus derivados se emplean como agente anti-tumorales, antibióticos, anti-malaria, y anti-ulcerosos. También se considera LapH con potencial para combatir el cáncer y el protozoo *Trypanosoma cruzi*, causante de la ‘enfermedad de Chagas’.

■ 13. NUEVAS COLABORACIONES

En los albores del siglo XXI inicio una breve pero sustantiva colaboración con el grupo de Alejandro Arvía (entonces Director de INIFTA-CONICET), discípulo de H. Schumacher y una autoridad mundial en Electroquímica, sobre electroplateado y un tema de gran interés práctico, esto es, la relación entre estructura cristalina y corrosión de los materiales, relevante en el diseño de agentes pasivantes para impedir el indeseable efecto (Piro *et al.*, 2000; Piro *et al.*, 2002; Bolzán *et al.*, 2007; Pasquale *et al.*, 2007).

También en el 2000, y en colaboración con personal de la UBA, comienzo a interesarme en la estructura molecular de materiales que presentan fases intermedias (mesofases) entre la altamente ordenada del cristal y la totalmente desordenada del líquido, llamados 'cristales líquidos'. Además de sus interesantes propiedades físicas estos materiales son de potencial interés tecnológico por su empleo en pantallas monitoras (*displays*) y otros dispositivos electro-ópticos. Dichos compuestos son normalmente estudiados estructuralmente en su fase de cristal líquido. Sin embargo, la información a nivel molecular que es posible extraer de estos sistemas parcialmente desordenados es limitada. Éste es justamente el terreno de los métodos de difracción de rayos-X, que proveen información estructural detallada a nivel atómico de dichos compuestos en su fase cristalina, permitiendo extrapolar dicha información a la parcialmente ordenada mesofase (Rusjan *et al.*, 2000; Zelcer *et al.*, 2002).

■ 14. ¡NO CORRAN QUE ES PEOR!

El marcado carácter interdisci-

plinario de la Cristalografía Estructural me ha llevado naturalmente a trabajar en una diversidad de temas, incluyendo

- Física del Estado Sólido. Campo ligante, propiedades magnéticas
- Cristalografía experimental y teórica
- Óptica de cristales absorbentes
- Espectroscopía vibracional IR y Raman de sólidos teórica y experimental
- Estados meta-estables
- Superconductores cerámicos
- Fisicoquímica estructural inorgánica, orgánica, bio-inorgánica, metal-orgánica, farmacéutica, mineralógica.
- Fisicoquímica supra-molecular. Preservación y remediación del medio ambiente
- Estructura y propiedades de cristales líquidos,
- etc

Esta diversidad de estudios ha fructificado en más de 260 trabajos publicados en revistas indexadas, muchos en colaboración con decenas de grupos de Argentina, Brasil, Uruguay, Estados Unidos, Reino Unido y España, integrados por unos 260 investigadores, doctorandos y becarios (incluyendo personalidades importantes de la Fisicoquímica Argentina). En los últimos tiempos, han surgido una serie de indicadores (necesariamente imperfectos) que intentan 'medir' la producción científica y su impacto y que, de alguna manera, indican 'quién es quién' en Ciencia. En efecto, de acuerdo a la base de datos del Institute for Scien-

tific Information (ISI), 253 de los artículos mencionados han recibido unas 3692 citas (3294 excluyendo auto-citas), el trabajo más citado posee 161 citas y el índice-*h* correspondiente es igual a 31.

Algunos colegas, desfavorecidos por esta *almetrics*, la desacreditan del mismo modo que un rengón en un tiroteo el huir presurosamente, gritando '¡no corran, que es peor!'

No puedo dejar de mencionar que, en paralelo con la actividad científica, he desarrollado una intensa actividad docente universitaria que es justo considerarla también como de 'formación de recursos humanos'. En efecto a lo largo de mi carrera he dictado cursos de grado sobre Física General, Fisicomatemáticas y Física del Estado Sólido para miles de alumnos y también cursos de post-gradó sobre cristalografía estructural, espectroscopia vibracional de sólidos y óptica cristalina, atendidos por centenares de alumnos.

Por lo expresado, y luego de más de 40 años de trabajo, creo justo reclamar un rol protagónico en el desarrollo de la relación estructura vs propiedades de los materiales en Argentina y también en la enseñanza universitaria de la Física, en general, y en la difusión de la Cristalografía Estructural a nivel nacional e internacional, en particular.

■ 15. EPÍLOGO

En 2006 le propongo a G. Punte (verdadero motor de la instrumentación del LANADI) la presentación de un proyecto, en el marco del llamado Proyectos de Modernización de Equipamiento de Laboratorios de Investigación (PME 2006) de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), para la compra de un difractor de rayos-X automático de última genera-

ción. El mismo fue aprobado y desde el 2009 contamos con un equipo Oxford dual (dos tubos de vacío que proveen sendas radiaciones características $\text{MoK}\alpha$ y $\text{CuK}\alpha$ integrados al goniómetro y que pueden intercambiarse en pocos minutos mediante el programa de control), con detector de área CCD y equipado con un soplador criogénico de vapor de N_2 para medidas a bajas temperaturas (desde unos 90K). ¿Qué más puede pedir un cristalógrafo de moléculas pequeñas e intermedias? Debido a la absorción de radiación-X de baja energía (larga longitud de onda) por parte de elementos pesados en cristales inorgánicos, que produce severa distorsión de los datos de difracción, es necesario emplear la más energética línea característica $\text{MoK}\alpha$ ($\lambda = 0.71073 \text{ \AA}$) de un ánodo de molibdeno. Por otra parte, en sólidos moleculares de materiales orgánicos, dominados por los poco absorbentes elementos de la segunda fila de la Tabla Periódica y que, frecuentemente, presentan moléculas de gran porte que difractan pobremente, es ventajoso el empleo de la radiación intrínsecamente más intensa $\text{CuK}\alpha$ ($\lambda = 1.54184 \text{ \AA}$) de un ánodo de cobre. Por otra parte, esta radiación es esencial para determinar la quiralidad (basada en dispersión-X anómala) de moléculas orgánicas, un tema no menor que afecta, entre otras propiedades, la actividad biológica de fármacos e inhibidores.

No sería justo el culminar esta reseña sin hacer una pausa para reconocer, entre tantos y generosos desarrolladores de algoritmos cristalográficos que facilitan enormemente nuestro trabajo, al Dr. George M. Sheldrick, Profesor Emérito de Química Estructural de la Universidad de Göttingen, Alemania, un dotado programador y verdadero Benefactor de nuestra actividad durante los últimos 40 años. Su celebrado paquete de programas SHELX

(Sheldrick, 2008), de distribución académica libre, ha sido continuamente actualizado, perfeccionado y su rango de aplicación expandido considerablemente desde su primer genio SHELX-76. Su reciente creación, SHELXT, para la resolución de moléculas de porte pequeño e intermedio, conjuga lo mejor de los métodos de resolución de estructuras desarrollados durante los últimos 80 años, incluyendo métodos de Patterson y directos y también de técnicas de modificación de la densidad electrónica adaptadas de la cristalografía macromolecular. Frecuentemente, SHELXT ni siquiera requiere un conjunto completo de datos de difracción para proveer un modelo molecular preliminar, pero esencialmente correcto, de la sustancia bajo estudio. Corrientemente, esto nos permite tener una respuesta estructural para una sustancia desconocida en unas pocas horas (¡cuando no en minutos!). Si, definitivamente, la metodología ha progresado espectacularmente desde que 40 años atrás me tomó una semana el revelar la posición de los átomos pesados Fe y Sr en la sal nitroprusiato de estroncio, a partir de su mapa de auto-convolución de carga (Patterson).

Una treintena de trabajos, mayormente en colaboración, realizados en los últimos dos años documentan la vitalidad de una pasión por la Ciencia, que probablemente me acompañe hasta el cada vez más cercano e inexorable final.

■ 16. BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, G., Boiani, L., Boiani, M., Cerecetto, H., Di Maio, R., González, M., Porcal, W., Denicola, A., Piro, O.E., Castellano, E.E., Sant'Anna, M., Barreiro, E.J. (2005) *New Potent 5-Substituted Benzofuroxans as Inhibitors of Trypanosoma cruzi Growth. Quantitative Structure-Activity*

Relationship Studies. Bioorganic & Medicinal Chemistry **13**, 6336-6346.

Álvarez, G., Varela, J., Márquez, P., Gabay, M., Arias Rivas, C.E., Cuchilla, K., Echeverría, G.A., Piro, O.E., Chorilli, M., Leal, S.M., Escobar, P., Serna, E., Torre, S., Yaluff, G., Vera de Bilbao, N., González, M., Cerecetto, H. (2014) *Optimization of Anti-trypanosomatid Agents: Identification of Non-Mutagenic Drug Candidates with in vivo Activity*. Journal of Medicinal Chemistry **57**, 3984-3999.

Andreeta, J.P., Basso, H.C., Castellano, E.E., Gallo, J.N.H., Martin, A.A., Piro, O.E. (1987) *Crytallographic Phases and Transport Properties in the Superconducting Tm-Ba-Cu-O Compound System*. Physical Review **B36**, 5588-5591.

Bednorz, J.G.; Müller, K.A. (1986). *Possible high T_c superconductivity in the Ba-La-Cu-O system*. Zeitschrift für Physik **B64**, 189-193.

Bolzán, A.E., Güida, J.A., Piatti, R.C.V., Arvia, A.J., Piro, O.E., Sabino, J.R., Castellano, E.E. (2007) *The Formation of N,N,N',N'-Tetramethylformamidinium Disulphide from the Chemical and Electrochemical Oxidation of Tetramethylthiourea. The Vibrational Spectra and Crystal Structure of the Chloride Dihydrate Salt*. Journal of Molecular Structure **871**, 131-139.

Cabrera, M., Simoens, M., Falchi, G., Lavaggi, M.L., Piro, O.E., Castellano, E.E., Vidal, A., Azqueta, A., Monge, A., López de Ceráin, A., Seoane, G., Cerecetto, H., Sagraera, G., González, M. (2007) *Synthetic Chalcones, Flavano-*

- nes and Flavones as Antitumoral Agents: Biological Evaluation and Structure Activity Relationships. *Bioorganic and Medicinal Chemistry* **15**, 3356-3367.
- Calvo, R., Levstein, P.R., Castellano, E.E., Fabiane, S.M., Piro, O.E., Oseroff, S.B. (1991) *Crystal Structure and Magnetic Interactions in Bis(D,L-alaninato)copper(II) Monohydrate*. *Inorganic Chemistry* **30**, 216-220.
- Calvo, R., Steren, C.A., Piro, O.E., Rojo, T., Zuñiga, F.J., Castellano, E.E. (1993) *Crystal Structure and Magnetic Properties of Diaqua(L-aspartato)copper(II)*. *Inorganic Chemistry* **32**, 6016-6022.
- Castellano, E.E., Piro, O.E., Casado, N.M., Brondino, C.D., Calvo, R. (1998) *Crystal Structure and EPR Spectra of Glycylglycylglycinocopper(II) Bromide Sesquihydrate*. *Journal of Chemical Crystallography* **28**, 61-68.
- Castellano, E.E., Piro, O.E., Punte, G., Amalvy, J.I., Varetti, E.L., Aymonino, P.J. (1982) *The Crystal and Molecular Structure of Potassium Azidopentacyano cobaltate(III) Dihydrate: $K_3[Co(CN)_5N_3] \cdot 2H_2O$* . *Acta Crystallographica* **B38**, 2239-2242.
- Castellano, E.E., Piro, O.E., Rivero, B.E. (1977) *The Crystal and Molecular Structure of Strontium Nitroprusside Tetrahydrate*. *Acta Crystallographica* **B33**, 1725-1728.
- Dalosto, S.D., Calvo, R., Piro, O.E., Castellano, E.E. (1999) *Structure of Bis(L-Alaninato) Zinc(II) and Single Crystal EPR Spectra of Cu(II) Impurities*. *Journal of Inorganic Biochemistry* **73**, 151-155.
- Damianovich H., Trillat, J.-J. (1929) *Recherches sur l'Action de l'Hélium sur le Platine*. *Comptes Rendues* **188**, 991-992.
- Danil de Namor, A.F., Aparicio-Aragon, W., Nwogu, N., El Gamouz, A., Piro, O.E., Castellano, E.E. (2011) *Calixarene and Resorcinarene Based Receptors: Selective versus Enhanced Hosting Capacity for Mercury (II)*. *Structural and Thermodynamics Studies*. *Journal of Physical Chemistry* **B115**, 6922-6934.
- Danil de Namor, A.F., Chahine, S., Castellano, E.E., Piro, O.E. (2005a) *Solvent Control on the Selective, Non-selective and Absent Response of a Partially Substituted Lower Rim Calix(4)arene Derivative for Soft Metal Cations (Hg(II) and Ag(I))*. *Structural and Thermodynamic Studies*. *Journal of Physical Chemistry* **A109**, 6743-6751.
- Danil de Namor, A.F., Chahine, S., Castellano, E.E., Piro, O.E., Jenkins, H.D.B. (2005b) *A Preliminary Observation of Additive Thermodynamic Contribution of Pendant Arms to the Complexation of Calixarene Derivatives with Mercury (II)*. *Journal Chemical Society, Chemical Communications*. 3844-3846.
- Danil de Namor, A.F., Chahine, S., Kowalska, D., Castellano, E.E., Piro, O.E. (2002) *Selective Interaction of Lower Rim Calix(4)arene Derivatives and Bivalent Cations in Solution. Crystallographic Evidence of the Versatile Behaviour of Acetonitrile in Lead(II) and Cadmium(II) Complexes*. *Journal American Chemical Society* **124**, 12824-12836.
- Danil de Namor, A.F., Piro, O.E., Pulcha Salazar, L.E., Aguilar Cornejo, A.F., Al-Rawi, N., Castellano, E.E., Velarde, F.J. (1998b) *Solution Thermodynamics of Geometrical Isomers of Pyridino Calix(4)arenes and Their Interaction with the Silver Cation. The X-ray Structure of a 1:1 Complex of Silver Perchlorate and Acetonitrile with 5, 11, 17, 23-tetra-tert-butyl-[25, 26, 27- 28-tetrakis (2-Pyridylmethyl)oxy] Calix.(4)arene*. *Journal Chemical Society, Faraday Transactions* **94**, 3097-3104.
- Danil de Namor, A.F., SuerosVelarde, F.J., Hutcherson, R.G., Piro, O.E., Castellano, E.E. (1998a) *X-ray Diffraction Studies and Solution Thermodynamics of 5,7,17,23-p-tert-Butyl-25,26,27,28-Tetra-(diethylamine)-Etohoxy Calix(4)arene*. *Journal Chemical Society, Faraday Transactions* **94**, 1257-1261.
- Danil de Namor, A.F., Zvietsivich-Guerra, J.A., Villanueva Salas, J.A., Piro, O.E., Webb, O., El Gamouz, A., Hamdan W.A., Castellano, E.E. (2015) *Calix[4]arene amine modified silica: From fundamentals to new recyclable materials for the removal of chlorophenoxy acids from water*. *RCS Advances* **5**, 33524-33535.
- De Araujo, A.S., Piro, O.E., Castellano, E.E., Danil de Namor, A.F. (2008) *Combined Crystallographic and Solution Molecular Dynamics Study of Allosteric Effects in Ester and Ketone p-tert-butyl Calix[4]arene Derivatives and their Complexes with Acetonitrile, Cd(II) and Pb(II)*. *Journal of Physical Chemistry* **A112**, 11885-11894.
- De Araujo, A.S., Sonoda, M.T., Piro, O.E., Castellano, E.E. (2007) *Development of new Cd^{2+} and Pb^{2+} Lennard-Jones parameters*

- for liquid simulations. *Journal of Physical Chemistry* **B111**, 2219-2224.
- Deganello, S., Piro, O.E. (1981) *The Crystal Structure of Calcium Oxalate Monohydrate (Whewellite)*. *Monatshefte Mineralogie* **H.2**, 81-88.
- Escudero, G.E., Laino, C.H., Martini, N., Echeverría, G.A., Piro, O.E., Williams, P.A.M., Ferrer, E.G. (2016) *Zn(II) based novel potential drug containing sertraline as strong antidepressant agent*. (2016), enviado para su publicación.
- Ewald, P.P. (1962) *The World-wide Spread of X-ray Diffraction Methods*, Chapter 25. In Ewald, P.P., Editor. *Fifty Years of X-ray Diffraction*. Published for the International Union of Crystallography by N.V.A Oosthoek's Uitgeversmaatschappij, Utrecht, The Netherlands, 498-499.
- Farfán, R.A., Espíndola, J.A., Gómez, M.I., De Jiménez, M.C.L., Martínez, M.A., Piro, O.E., Castellano, E.E. (2012) *Structural and spectroscopic properties of two new isostructural complexes of lapacholate with cobalt and copper*. *International Journal of Inorganic Chemistry*, **2012**. DOI: 10.1155/2012/973238.
- Farfán, R.A., Espíndola, J.A., Gómez, M.I., De Jiménez, M.C.L., Piro, O.E., Castellano, E.E., Martínez, M.A. (2015) *Crystal Structure, Spectroscopic and Thermal Properties of $[Zn(Lap)_2(DMF)(H_2O)]$ and Isomorphous $[M(Lap)_2]_n$ (M : Cd, Mn) Complexes*. *Journal of Molecular Structure* **1087**, 80-87.
- Farfán, R.A., Espíndola, J.A., Martínez, M.A., Piro, O.E., Aymonino, P.J. (2009) *Synthesis and crystal structure of a new lapacholate complex with nickel(II), $[Ni(Lap)_2(DMF)(H_2O)]$* . *Journal of Coordination Chemistry* **62**, 3738-3744.
- Fernández, M., Becco, L., Correia, I., Benítez, J., Piro, O.E., Echeverría, G.A., Mederos, A., Comini, M., Lavaggi, M.L., González, M., Cerecetto, H., Costa Pessoa, J., Garat, B., Gambino, D. (2013) *Oxidovanadium(IV) and dioxidovanadium(V) complexes of tridentate salicylaldehyde semicarbazones: searching for prospective anti-trypanosomal agents*. *Journal of Inorganic Biochemistry* **127**, 150-160.
- Galloni, E. E., Roffo, A.E. (1941) E. E. *The Crystalline Structure of Pt_3O_4* . *Chemical Physics* **9**, 875-877.
- Gerpe, A., Aguirre, G., Boiani, L., Cerecetto, H., González, M., Olea-Azar, C., Rigol, C., Maya, J.D., Morello, A., Piro, O.E., Ochoa, C., Azqueta, A., López de Ceráin, A., Monge, A., Yaluff, G. (2006) *Indazole N-oxide derivatives as antiprotozoa agents: Synthesis, biological evaluation and mechanism of action studies*. *Bioorganic & Medicinal Chemistry* **14**, 3467-3480.
- González, S.R., Aymonino, P.J., Piro, O.E. (1984) *Spectroscopic Evidence of Vibrational Dipole-Dipole Coupling Between Nitrosyl Groups in Some Nitroprussides*. *Journal of Chemical Physics* **81**, 625-628.
- González, S.R., Piro, O.E., Aymonino, P.J., Castellano E.E. (1986) *Transition Dipole-Dipole Coupling Between the NO Stretching Vibrations of Nitroprusside Ions in $Sr[Fe(CN)_5N(^{16}O,^{18}O)] \cdot 4H_2O$ and $Ba[Fe(CN)_5N(^{16}O,^{18}O)] \cdot 3H_2O$ Isotopic Mixtures*. *Physical Review B15*, **33**, 5818-5824.
- Güida, J.A., Aymonino, P.J., Piro, O.E., Castellano, E.E. (1993) *Infrared Spectra and Molecular Structure of Excited Electronic Metastable States of the Nitroprusside Anion, $[Fe(CN)_5NO]^{2-}$* . *Spectrochimica Acta* **49A**, 535-542.
- Güida, J.A., Piro, O.E., Aymonino, P.J. (1986) *Polarized Infrared Absorption Spectra of $Na_2[Fe(CN)_5NO] \cdot 2H_2O$ with Part of the Anions in the Electronically Excited Metastable State*. *Solid State Communications* **57**, 175-178.
- Güida, J.A., Piro, O.E., Aymonino, P.J. (1988) *Low Temperature Polarized Infrared Spectra of the Nitroprusside Anion in the Electronic Ground and Metastable States in (001) Plates of $Ba[Fe(CN)_5NO] \cdot 3H_2O$* . *Solid State Communications* **66**, 1007-1010.
- Güida, J.A., Piro, O.E., Aymonino, P.J. (1995) *Infrared Absorption Spectra of Sodium Pentacyanonitrosylsulfate(II) in Two Excited Electronic Metastable States*. *Inorganic Chemistry* **34**, 4113-4116.
- Güida, J.A., Piro, O.E., Aymonino, P.J., Sala, O. (1992) *Polarized Raman Spectra of Single Crystal Barium Nitroprusside Trihydrate, $Ba[Fe(CN)_5NO] \cdot 2H_2O$* . *Journal of Raman Spectroscopy* **23**, 131-136.
- Güida, J.A., Piro, O.E., Castellano, E.E., Aymonino, P.J. (1989) *Attenuated Total Reflectance Infrared Spectra of Strongly Absorbing Anisotropic Crystals: Orthor-*

- hombic* $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$. *Journal of Chemical Physics* **91**, 4265-4272.
- Güida, J.A., Piro, O.E., Schaiquevich, P.S., Aymonino, P.J. (1997) *Infrared Absorption Spectra of Electronically Excited Long-lived Metastable States in* $\text{Na}_2[\text{Ru}(\text{CN})_5\text{NO}]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$. *Solid State Communications* **101**, 471-475.
- Islas, M.S., Martínez Medina, J.J., López Tévez, L.L., Rojo, T., Lezama, L., Grier Merino, M., Callero, L., Cortes, M.A., Rodríguez Puyol, M., Echeverría, G.A., Piro, O.E., Ferrer, E.G., Williams, P.A.M. (2014) *Antitumoral, antihypertensive, antimicrobial and antioxidant effects of a new octanuclear copper(II)-telmisartan complex with an hydrophobic nanometer hole*. *Inorganic Chemistry* **53**, 5724-5737.
- Levstein, P.R., Calvo, R., Castellano, E.E., Fabiane, S.M., Piro, O.E., Rivero, B.E. (1990) *Molecular Structure and Exchange Interactions in Trans-bis (L-2-aminobutyrate) copper(II) and Trans-bis(D,L-2-aminobutyrate) copper(II)*. *Inorganic Chemistry* **29**, 3918-3922.
- López Tévez, L.L., Islas, M.S., Martínez Medina, J.J., Diez, M., Piro, O.E., Castellano, E.E., Ferrer, E.G., Williams, P.A.M. (2012) *Structural, spectral and potentiometric characterization and antimicrobial activity studies of the new Zn(II) complex: $[\text{Zn}(\text{phen})_2(\text{cnge})(\text{H}_2\text{O})](\text{NO}_3)_2\cdot \text{H}_2\text{O}$* . *Journal of Coordination Chemistry* **65**, 2304-2318.
- López Tévez, L.L., Martínez Medina, J.J., Islas, M.S., Piro, O.E., Castellano, E.E., Bruzzzone, L., Ferrer, E.G., Williams, P.A.M. (2011) *Antibacterial activity asays of a new cadmium complex with o-phenanthroline and cyanoguanidine. Crystal structure, fluorescence properties and chemical speciation studies*. *Journal of Coordination Chemistry* **64**, 3560-3574.
- Machado, I., Marino, L.B., Demoro, B., Echeverría, G.A., Piro, O.E., Leite, C.Q.F., Pavan, F.R., Gambino, D. (2014) *Bioactivity of pyridine-2-thiol N-oxide metal complexes: Bi(III), Fe(III) and Ga(III) complexes as potent anti-Mycobacterium tuberculosis prospective agents*. *European Journal of Medicinal Chemistry* **87**, 267-273.
- Martínez, M.A., de Jiménez, M.C.L., Castellano, E.E., Piro, O.E., Aymonino, P.J. (2003) *Synthesis, structure and properties of zinc(II) complex with the lapacholate anion and ethanol as ligands*. *Journal Coordination Chemistry* **56**, 803-816.
- Martínez, M.A., de Jiménez, M.C.L., Castellano, E.E., Piro, O.E., Aymonino, P.J. (2005) *Two isostructural complexes of Co(II) and Zn(II) with lapacholate, dimethylformamide and water, $[\text{M}(\text{Lap})_2(\text{DMF})(\text{H}_2\text{O})]$* . *Journal of the Argentine Chemical Society* **93**, 183-193.
- Martino, D.M., Steren, C.A., Calvo, R., Piro, O.E. (1991) *Magnetic and Structural Properties of Bis(D,L-isoleucinato)copper(II)*. *Journal Solid State Chemistry* **90**, 211-215.
- Noblía, P., Vieites, M., Parajón-Costa, B., Baran, E.J., Cerecetto, H., Draper, P., González, M., Piro, O.E., Castellano, E.E., Azqueta, A., López de Ceráin, A., Monge-Vega, A., Gambino, D. (2005) *Vanadium(V) Complexes with Salicylaldehyde Semicarbazone Derivatives bearing in vitro Antitumor Activity toward Kidney Tumor Cells (TK-10). Crystal Structure of $[\text{VO}_2(5\text{-bromosalicylaldehyde semicarbazone})]$* . *Journal of Inorganic Biochemistry* **99**, 443-451.
- Otero, L., Noblia, P., Gambino, D., Cerecetto, H., Di Maio, R., González, M., Ellena, J.A., Piro, O.E. (2003) *Synthesis and characterization of new ruthenium complexes with active ligands against Chagas' disease*. *Inorganica Chimica Acta* **344**, 85-94.
- Otero, L., Vieites, M., Boiani, L., Denicola, A., Rigol, C., Opazo, L., Olea-Azar, Maya, J.D., Morello, A., Krauth-Siegel, R.L., Piro, O.E., Castellano, E.E., González, Gambino, D., Cerecetto, H. (2006) *Novel anti-trypanosomal agents based on palladium nitrofurylthio semicarbazone complexes: DNA and redox metabolism as potential therapeutic targets*. *Journal Medicinal Chemistry* **49**, 3322-3331.
- Palacios, J., Galloni, E. E. (1934) *La estructura cristalina del sulfato cálcico bihidratado (yeso)*. *Anales* **32**, 779-786.
- Pasquale, M.A., Bolzán, A.E., Guida, J.A., Piatti, R.C.V., Arvia, A.J., Piro, O.E., Castellano, E.E. (2007) *A New Polymeric $[\text{Cu}(\text{SO}_3(\text{CH}_2)_3\text{SS}(\text{CH}_2)_3\text{SO}_3)(\text{H}_2\text{O})]_n$ Complex Molecule Produced from Constituents of a Superconformational Copper Plating Solution: Crystal Structure, Infrared and Raman Spectra and Thermal Behaviour*. *Solid State Sciences* **9**, 862-868.
- Piro, O.E. (1977) *Estudios Estructurales y Espectroscópicos de Algunos Nitroprusiados*. Tesis Facultad de Ciencias Exactas, Universidad

Nacional de La Plata.

Piro, O.E. (1983) *Information Theory and the 'Phase Problem' in Crystallography*. Acta Crystallographica **A39**, 61-68.

Piro, O.E. (1985) *Transition Dipole-Dipole Coupling Between the Antisymmetric Stretching Mode of Azido Ligands in $K_3[Co(CN)_5N_3] \cdot 2H_2O$* . Physical Review B15, **31**, 1122-1127.

Piro, O.E. (1987) *Optical Properties, Reflectance, and Transmittance of Anisotropic Absorbing Crystal Plates*. Physical Review **B36**, 3427-3435.

Piro, O.E. (2014) *Breve Historia del ADN, su Estructura y Función*. Ciencia e Investigación **64**, 25-50, Sección 2.1.

Piro, O.E. (2016) *Centennial of X-ray diffraction: development of an unpromising experiment with a wrong explanation*. Crystallography Reviews **22**, 198-220.

Piro, O.E., Castellano, E.E., González, S.R. (1988) *Attenuated Total Reflectance Spectra of Strongly Absorbing Anisotropic Single Crystals: Trigonal α -Quartz*. Physical Review **B38**, 8437-8443.

Piro, O.E., Castellano, E.E., Güida, J.A., Aymonino, P.J. (1989a) *Kramers-Kronig Dispersive Analysis and Optical Properties in the Infrared, and Revised Vibrational Behavior of Orthorhombic $Na_2[Fe(CN)_5NO] \cdot 2H_2O$* . Physical Review **B39**, 1919-1926.

Piro, O.E., Castellano, E.E., Güida, J.A., Aymonino, P.J. (1991) *Crystal Dichroism and the Orientation of Molecular Transition Dipole Moments*. Infrared Physics **31**, 605-609.

Piro, O.E., Castellano, E.E., Piatti, R.C.V., Bolzán, A.E., Arvía, A.J. (2002) *Two thiourea-containing gold(I) complexes*. Acta Crystallographica **C58**, 252-255.

Piro, O.E., Castellano, E.E., Tobón-Zapata, G.E., Blair-Trujillo, S., Baran, E.J. (2002) *Low Temperature Crystal Structure of Natural Diosgenone*. Zeitschrift für Naturforschung **57c**, 947-950.

Piro, O.E., Castellano, E.E., Zuckerman-Schpector, J., De Simone, C.A., Martino, D.M., Steren, C.A. (1997) *Crystal Structure and EPR Spectrum of Dimeric Di- μ -azide-bis[cyanide(N,N-diethylethylenediamine)] copper(II)*. Journal Chemical Crystallography **27**, 129-135.

Piro, O.E., Echeverría, G.A., González-Baró, A.C., Baran, E.J. (2015) *Crystallographic new light on a old complex: $NaMg[Cr(oxalate)_3] \cdot 9H_2O$ and structure redetermination of the isomorphous aluminum(III) compound*. Journal of Coordination Chemistry **68**, 3776-3787.

Piro, O.E., Echeverría, G.A., González-Baró, A.C., Baran, E.J. (2016) *Crystal and molecular structure and spectroscopic behavior of isotopic synthetic analogues of the oxalate minerals stepanovite and zhemchuzhnikovite*. Physics and Chemistry of Minerals **43**, 287-300.

Piro, O.E., Echeverría, G.A., Lizarra, E., Romano, E., Catalán, C.A.N., Brandán, S.A. (2013) *Molecular structure of 4-hidroxy-3-(3-methyl-2-butenyl) acetophenone, a plant antifungal, by X-ray diffraction, DFT calculation, and NMR and FTIR spectroscopy*. Spectrochimica Acta **A101**, 196-203.

Piro, O.E., González, S.R., Aymonino, P.J., Castellano, E.E. (1987) *Infrared Optical Properties and Vibrational Behavior of Anisotropic Crystals: Orthorhombic $Ba[Fe(CN)_5NO] \cdot 3H_2O$* . Physical Review **B36**, 3125-3134.

Piro, O.E., Güida, J.A., Massa, N.E., Aymonino, P.J., Castellano, E.E., Basso, H.C., Gallo, J.N.H., Martin, A.A. (1989b) *Infrared Reflectivity and Vibrational Structure of Superconducting $Bi_2Sr_2CaCu_2O_{8+x}$* . Physical Review **B39**, 7255-7258.

Piro, O.E., Piatti, R.C.V., Bolzán, A.E., Salvarezza, R.C., Arvia, A.J. (2000) *X-ray Diffraction Study of Copper(I)-thiourea Complexes Formed in Sulphate-containing Acid Solutions*. Acta Crystallographica **B56**, 993-997.

Rebolledo, A. P., Vieites, M., Gambino, D., Piro, O.E., Castellano, E.E., Zani, C.L., Fagundes, E.S., Teixeira, L.R.S. Batista, A.A., Beraldo, H. (2005) *Palladium(II) complexes of 2-benzoylpyridine-derived thiosemicarbazones: spectral characterization, structural studies and cytotoxic activity*. Journal of Inorganic Biochemistry **99**, 698-706.

Rizzi, A.C., Piro, O.E., Castellano, E.E., Nascimento, O.R., Bronzino, C.D. (2000) *Structure and Single Crystal EPR Study of $Cu(II)(L-threonine)_2 \cdot H_2O$* . Inorganica Chimica Acta **305**, 19-25.

Rodríguez, J., Gerpe, A., Aguirre, G., Kemmerling, U., Piro, O.E., Arán, V.J., Maya, J.D., Olea-Azar, C., González, M., Cerecetto, H. (2009) *Study of 5-nitroindazoles' anti-Trypanosoma cruzi mode of action: Electrochemical behaviour and ESR spectroscopic studies*. European Journal of Medi-

- cinal Chemistry **44**, 1545-1553.
- Romano, E., Raschi, A., Benavente, A., González, A., Piro, O.E. (2008) *Characterization and crystal structure of 2R-(-)-6-hydroxytremetone from Xenophyllum poposum (Phil.) V.A. Funk*. Natural Product Research **22**, 124-135.
- Rusjan, M., Chaia, Z.D., Piro, O.E., Guillon, D., Cukiernik, F.D. (2000) *Synthesis, Structure and Magnetic Properties of Tetrakis- μ -carboxylato-bis(dodecylpicotinato)-dicopper (II) Complexes*. Crystal and Molecular Structure of the Decyl Carboxylate Derivative, Acta Crystallographica **B56**, 666-672.
- Sartoris, R.P., Ortigoza, L., Casado, N.M.C., Calvo, R., Castellano, E.E., Piro, O.E. (1999) *Structure, Single Crystal EPR Spectra and Exchange Interactions in $[\text{Cu}(\text{L-proline})_2]_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ and $\text{Cu}(\text{D,L-proline})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$* . Inorganic Chemistry **38**, 3598-3604.
- Schveigkardt, J.M., Rizzi, A.C., Piro, O.E., Castellano, E.E., Costa de Santana, R., Calvo, R., Brondino, C.D. (2002) *Structural and Single Crystal EPR Studies of the Complex Copper L-glutamine: a Weakly Exchange Coupled System with syn-anti Carboxylate Bridges*. European Journal of Inorganic Chemistry **2002**, 2913-2919.
- Sheldrick, G.M. (2008) *A short history of SHELX*. Acta Crystallographica **A64**, 112-122.
- Steren, C. A., Calvo, R., Piro, O.E., Rivero, B.E. (1989) *Molecular Structure of Bis(L-leucinato) zinc(II) and Single Crystal EPR Spectra of the Substitutionally $^{63}\text{Cu}(\text{II})$ -Doped Complex*. Inorganic Chemistry **28**, 1933-1938.
- Tobón-Zapata, G.E., Piro, O.E., Etcheverry, S.B., Baran, E.J. (1998) *Crystal Structure and IR-Spectrum of Lithium Citrate Monohydrate, $\text{Li}(\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_7) \cdot \text{H}_2\text{O}$* . Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie **624**, 721-724.
- Tracana, M.I., Amani, S.M., Romano, E., Raschi, A.B., Hernández Molina, L.R., Piro, O.E., Castellano, E.E., Benavente, A.M. (2010) *Crystal structure, spectroscopic properties and antimicrobial activity of 4H-1-Benzopyran-4-one, 5-hydroxy-2-(4-hydroxyphenyl)-7-methoxy-6,8-dimethyl from Miconia ioneura (M.i.) Melastomataceae*. Molecular Medicinal Chemistry **21**, 94-104.
- Wagner, C.C., Baran, E.J., Piro, O.E. (1999) *Characterization of bis(isoorotato) diaquamagnesium(II) dihydrate: a potentially useful drug for magnesium supplementation*. Journal of Inorganic Biochemistry **73**, 259-263.
- Wagner, C.C., Baran, E.J., Piro, O.E., Castellano, E.E. (1999) *A New Potentially Useful Complex for Lithium Therapies: Dimeric Monoaqua Lithium Isoorotate*. Journal of Inorganic Biochemistry **77**, 209-213.
- Westbrook, E.M., Piro, O.E., Sigler, P.B. (1984) *The 6-Å Crystal Structure of Δ^5 -3-Ketosteroid Isomerase. Architecture and Location of the Active Center*. Journal Biological Chemistry **259**, 9096-9103.
- Williams, P.A.M., Zinczuk, J., Barrio, D.A., Piro, O.E., Nascimento, O.R., Etcheverry, S.B. (2008) *Potential anti-tumoral properties of a new copper complex with Santonic acid.*, Bioorganic & Medicinal Chemistry **16**, 4313-4322.
- Zelcer, A., Chaia, Z.D., Cukiernik, F.D., Castellano, E.E., Piro, O.E. (2002) *A liquid crystal derived from ruthenium(II,III), and a long-chain carboxylate*. Acta Crystallographica **C58**, m144-m146.

Recuperación de tecnologías ancestrales y sustentables en Jujuy

La vicuña como modelo de producción sustentable

Ciencia e historia se unen para preservar a la vicuña

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

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

*- ¿Por qué no pillarlas a la usanza vieja,
cercando la hoyada con hilo punzó ?
- ¿Para qué matarlas, si sólo codicias
para tus vestidos el fino vellón ?*

Juan Carlos Dávalos, Coquena

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

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

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

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

El chaku

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

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

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

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

Paradojas del éxito.

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

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

La fibra de camélido

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

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



ISIDORO B.A. SCHALAMUK

por Raúl R. Fernández

Es una gran satisfacción para mí escribir estas líneas sobre el Dr. Isidoro B. A. Schalamuk: Abel. Muchos lo llaman por su primer nombre, pero para mí es Abel; con ese nombre lo conocí y lo llamo desde hace más de 40 años.

En 1974, cuando la actividad académica se desarrollaba totalmente en el edificio del Museo de La Plata, yo iba a cursar el cuarto año de geología; una de las materias era geología de yacimientos, tema que me fascinaba desde que comencé a estudiar. Compañeros avanzados en la carrera mencionaban al profesor titular, Victorio Angelelli, por su gran conocimiento y amplia trayectoria en el tema y a un colaborador especializado en España, que hacía poco había vuelto a la Facultad. Ese curso me quedó grabado y fue significativo en mi formación. Abel, era el jefe de trabajos prácticos, un docente estupendo y siempre dispuesto, con quien valía la pena quedarse después de clase a revisar muestras o a charlar sobre la actualidad.

Terminado el secundario en el Colegio Nacional del Uruguay, Entre Ríos, Abel fue a estudiar a La Plata y se graduó como Licenciado en Geología en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata, en 1967. Ingresó como docente en la Cátedra



Geología de Yacimientos y continuó su actividad en la Comisión Nacional de Energía Atómica. Tal vez ya había decidido dedicarse a la investigación científica y en 1970, con una beca del CONICET, se trasladó a España. En 1972 obtuvo el título de Doctor en Ciencias de la Universidad de Salamanca por la investigación sobre yacimientos de la Faja Río Tinto; en su tesis incorporó las nuevas concepciones genéticas que comenzaban a plantearse para esos depósitos minerales. Finalizada la beca retornó a la cátedra en La Plata e ingresó a la carrera de investigador del CONICET.

Aunque no estaba en mis planes, en 1977 me incorporé a esa cátedra, con Abel y el Ing. Angelelli. Se iniciaba el trabajo sobre los yacimientos no metalíferos y rocas de aplicación de la región Centro-Cuyo que prosiguió con los del Noroeste argentino; hubo innumerables viajes de campo compartidos con Abel y

advertí cada vez más su capacidad como geólogo y mineralogista, su conocimiento sobre yacimientos y la industria minera y, sobre todo, su compañerismo y calidad humana. Se afligía cuando encontrábamos mineros trabajando en malas condiciones y más de una vez le escuché decirle a los dueños, que ese no era el tratamiento que merecían.

Abel ya formaba parte de la subcomisión para América Latina del Mapa Metalogénico del Mundo, en la que actuó por más de diez años y adquirió una visión muy amplia sobre los más variados tipos de yacimientos; esa actividad lo condujo a ser un referente sobre el tema a nivel nacional e internacional. Sus esfuerzos por incorporar investigadores al grupo de trabajo eran constantes y este crecimiento llevó al Ing. Angelelli a proponer la creación del Instituto de Recursos Minerales. Abel, su activo colaborador, lo acompañó con mucho fervor para que, en 1989, se concretara.

Su actividad en la investigación científica está plasmada en centenas de publicaciones; el aliento y la orientación de nuevos investigadores es evidente en las decenas de tesis doctorales que dirigió. Desde su ingreso a la carrera de investigador del CONICET pasó por todos los escalones hasta alcanzar, en 2003,

la máxima jerarquía de Investigador Superior. Es un docente notable que vuelca todos sus conocimientos y experiencias, con exposiciones amenas que atraen la atención de los estudiantes, los forman y motivan. Su desempeño académico lo llevó a transitar todas las jerarquías docentes, llegando a profesor titular de la cátedra de Geología de Yacimientos en 1983 y, en 2009 fue designado Profesor Extraordinario de la UNLP en la categoría de Emérito. Recibió varios premios y distinciones; no sé si él tiene alguna preferencia, pero noté su alegría cuando le otorgaron los premios Victorio Angelelli de la Academia Nacional de Ciencias (1997) y Bernardo Houssay de la Secretaría Nacional de Ciencia y Técnica (2003).

Su capacidad de gestión es, para mí, asombrosa. Elabora propuestas novedosas y es incansable y perseverante para concretarlas. Siempre se mantiene firme, pero nunca cerrado, en sus convicciones y las dis-

cute con razonamientos y argumentos. En sus dos periodos como decano de la FCNyM-UNLP (1986-1992) no sólo se ocupó de las actividades académicas, también promovió con ideas innovadoras las culturales, de extensión y, con una visión de largo plazo, la escuela de aprendices en la que jóvenes del colegio secundario aprendieron oficios para conformar una futura generación de técnicos del Museo de La Plata. Desde 1996 dirige el Instituto de Recursos Minerales, en el que destaca no sólo su faz de formador y noble trato personal, sino también la infatigable dedicación para la proyección y crecimiento del instituto, integrando jóvenes investigadores, generando nuevas líneas de investigación y concretando numerosos convenios y acuerdos de cooperación con instituciones y empresas.

En estos últimos años se esforzó por conformar un grupo interdisciplinario con el objeto de eliminar

el arsénico del agua de consumo, utilizando materiales geológicos y dispositivos de bajo costo. Su expectativa era un aporte de gran significado social. Percibí su emoción cuando se puso en marcha el primer equipo que, con ese fin, se montó en la pequeña escuela del paraje La Viruta, en el partido de Punta Indio de la provincia de Buenos Aires

No puedo escribir sobre Abel sin mencionar su disposición, en cualquier lugar que se encuentre y por más apurado que esté, para escuchar, aconsejar y opinar; así como su capacidad de captar dificultades subyacentes en sus interlocutores y la generosidad para brindar alguna solución. Pero no sólo es predispuesto en las clases, en su oficina, en las escalinatas del Museo o en recónditos lugares al que lo llevan los trabajos de campo, sino también en su hogar: amigos, colegas y discípulos son permanentemente bienvenidos tanto por él como por su familia.

50 AÑOS DE METALOGENIA E INVESTIGACIÓN DE YACIMIENTOS

Palabras clave: geología, mineralogía, metalogenia, ciencias naturales.
Key words: geology, mineralogy, metalogeny, natural sciences.

■ Isidoro B. A. Schalamuk

Instituto de Recursos Minerales (INREMI)-
UNLP-CICBA

E-mail: ischala@yahoo.com.ar

■ RESUMEN

Nacido en 1942 en la provincia de Entre Ríos, en una colonia agrícola del departamento Uruguay, cursó la escuela primaria en una escuela rural y más tarde la secundaria en el "Histórico" Colegio Justo José de Urquiza, en la ciudad de Concepción del Uruguay. Posteriormente, en 1961, ingresó a la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata, para cursar sus estudios en Geología. Al año siguiente recibió una beca para estudiantes universitarios de la UNLP, que le permitió seguir los estudios. En el año 1964 se inició en la carrera docente, primero como Ayudante Alumno rentado, por concurso, en la Cátedra de Mineralogía y a finales del mismo año ingresó en la misma categoría, en la Cátedra de Geología de Yacimientos, bajo la dirección del Ing. Victorio Angelelli. Siendo aún estudiante concursó por una beca de la Comisión Nacional de Energía Atómica para realizar prácticas de perfeccionamiento en el Laboratorio de Estudios Especiales, bajo la Dirección del Dr. Enrique Linares. Luego de obtener el título de Licenciado en Geología se incorporó como Profesional Investigador de la CNEA. En el año 1970

obtuvo una beca externa del CONICET para realizar investigaciones en universidades europeas. Su tesis doctoral, realizada en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca, España, fue presentada en 1973. Ese mismo año, ya con el título de doctor, regresa a Argentina, se incorpora como Miembro de la Carrera del Investigador Científico del CONICET. Retoma la docencia en la Cátedra de Geología de Yacimientos. En la Universidad de La Plata ejerció cargos de gestión ocupando el cargo de Decano de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata, en el periodo 1986-1992, siendo el primer Decano elegido democráticamente luego del golpe militar perpetrado en el país en el año 1966. Representó al país en la confección del mapa metalogénico de Sudamérica, desarrollado por UNESCO, y participó en planes de investigación en programas internacionales mediante convenio con centros y universidades prestigiosas. Fue representante argentino de la Red CYTED. Asimismo se desempeñó como experto de Naciones Unidas, Comité de Migraciones y Cancillería Argentina, para asistir a diversos países sudamericanos en temas vinculados con recursos minerales.

Participó en numerosas comisiones de evaluación científica de UNLP, CICBA, CONEAU y CONICET. Ejerció la coordinación de la Comisión de Ciencias de la Tierra, del Agua y de la Atmósfera del CONICET y fue miembro de la Junta de Calificaciones. Se desempeñó como presidente del Consejo Profesional de Geología y de la Asociación de Geólogos Economistas. Fue Vice Presidente de la Asociación Argentina de Geología, recibiendo más tarde el reconocimiento de Miembro Honorario de la AGA. Ha presidido varios Congresos y reuniones científicas, entre ellos el de Presidente Ejecutivo del XVI Congreso Geológico Argentino llevado a cabo en la ciudad de La Plata en el año 2005.

Ha sido director y codirector de numerosas tesis doctorales. Gran parte de los discípulos son miembros del Instituto de Recursos Minerales (INREMI) y otros que desarrollan tareas en empresas y en otros centros universitarios. En esta trayectoria resumida, debe señalarse también el reconocimiento a través de Premios y Diplomas al mérito otorgados por la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, en Geología Económi-

ca, el Premio Bernardo Houssay de la Secretaría de Ciencia y Técnica y Presidencia de la Nación, y premios y reconocimientos otorgados por la Cámara de Diputados de la Nación y Cámara de Senadores de la provincia de Buenos Aires, entre otros. Luego de pasar todos los estamentos docentes (desde Ayudante Alumno hasta Profesor Titular) en la cátedra de Geología de Yacimientos de la FCNyM, UNLP, se retiró de la docencia universitaria a los 65 años de edad, con la designación de Profesor Emérito de la UNLP y con la distinción de Graduado Ilustre de la UNLP, por resolución del Consejo Superior de la citada universidad. Asimismo, alcanzó la posición de Investigador Superior de CONICET, en donde aún se desempeña como contratado.

■ INFANCIA

Nací en una chacra de la Colonia Leven, provincia de Entre Ríos. Mis padres, Santiago y Sara, esperaban su tercer hijo, pero grande fue la sorpresa de la partera al recibir mellizos. Mi hermana Rosa y yo llegamos al mundo un 21 de septiembre a última hora de la noche. La partera, doña María, a quien conocí, era una mujer fornida, descendiente de alemanes del Volga, que vivía en la misma colonia. Ella atendía a todas las parturientas, tenía el control de las embarazadas de la zona y se instalaba en sus casas unos días antes de lo previsto para el parto. No había médicos a menos de 30 kilómetros de distancia y en casos de urgencias normalmente había que ir a buscarlos en carro o sulky, ya que los caminos eran la mayor parte del año intransitable para los escasos automóviles que había en la zona. La colonia se localizaba en el límite del Departamento Villaguay y Uruguay, a unos 110 kilómetros de la ciudad de Concepción del Uruguay, y estaba conformada

por 20-25 casas que distaban entre sí un kilómetro aproximadamente. Los campesinos conformaban una cooperativa para defender los precios de los productos que cultivaban (trigo, lino, maíz, sorgo, etc.) y para asegurar el aprovisionamiento de mercaderías para consumo, además de semillas y forrajes. Funcionaban dos escuelas distantes unos 6 -8 kilómetros de la casa de mis padres. En una de ellas existía una biblioteca producto de donaciones. Cada tanto en la biblioteca se pasaban películas de la época, donde todo el vecindario concurría. A unos 15 kilómetros de mi casa pasaban las vías del Ferrocarril Urquiza. En torno a la estación de ferrocarril existía un correo, comisaría, escuela y algunos comercios que conformaban al Pueblo "Estación Las Moscas". Al momento de su fundación, el pueblo se llamaba "Salvador María del Carril", pero posteriormente fue designado con el nombre de un lugareño de apellido Moscas, que se dice administraba campos en la época en que el General Urquiza se desempeñaba como gobernador de la provincia de Entre Ríos y luego como Presidente de la Nación. El pueblo estaba conformado en su mayoría por criollos y descendientes polacos. A unos 15 kilómetros al sureste de donde era mi casa, se emplaza el Pueblo Santa Anita. Este pueblo, que en ese momento de mi infancia se me representaba como una gran metrópolis, estaba habitado por alrededor de 500 personas, en su gran mayoría alemanes del Volga (emigrantes y/o descendientes que provenían de la región europea meridional de Rusia). Estos se habían afincado en la zona a fines del siglo XIX o principio del XX y conservaban el idioma alemán y sus tradiciones. Dicho pueblo estaba bastante aislado, ya que carecía de ferrocarril y de buenos caminos, pero presentaba un diseño muy prolijo de sus calles, una plaza central con plantas de diversas espe-

cies y en torno a una amplia iglesia católica se distinguían jardines con rosales de diversos colores. Las casas estaban pintadas de blanco, aunque modestas, la construcción era de ladrillos y techos de chapas, cubiertas estas con paja de lino para conservar la temperatura interna de las habitaciones.

Los campesinos que conformaban la colonia Leven eran descendientes de familias provenientes de Polonia y Ucrania, o alemanes del Volga, aunque todos habían nacido en Argentina. Esta mezcla de culturas diferentes generaba una excelente relación entre los vecinos que facilitaban su integración y la colaboración, permitiendo además la conformación de la cooperativa agrícola. Los chicos, que proveníamos de familias numerosas, ayudábamos en las tareas de campo, ya sea en el acarreo de ganado, en revisar los alambrados, o en llevar el almuerzo o la merienda a la gente que cosechaba. También frecuentemente nos reuníamos para jugar un partido de fútbol o escuchar, en torno a una radio de gran tamaño, algún partido importante, pero además, era muy común alistar algunos caballos y competir en carreras improvisadas a lo largo de una recta de 800-1000 metros. Esta competencia a veces generaba discusiones, ya que cada uno de los jinetes pretendíamos que los caballos que montábamos fueran los ganadores. La casa de campo en donde vivíamos, que construyeron mis abuelos y donde nació mi papá y sus hermanos, tenía amplias habitaciones, una cocina a leña, horno de barro, y estaba rodeada de árboles donde eran comunes los eucaliptos de gran tamaño, álamos plateados, pinos piñoneros, paraísos, sauce llorón, además de frutales donde predominaban los durazneros y algunos cítricos. También existía una huerta protegida con alambre tejido que proporcionaba diversos tipos de

verduras, en la cual todos los miembros de la familia colaboraban en las tareas para la siembra o protección de los diferentes cultivos.

Tengo los mejores recuerdos de los trece años que viví en el campo. En mi memoria están permanentemente presentes los campos cubiertos de flores azuladas de lino, o de espigas amarillentas de los trigales. Sin embargo también recuerdo años difíciles por azotes de sequías, así como la sensación agobiante y el espanto originado por los ataques de las mangas de langostas, que oscurecían el cielo y arrasaban los campos, o las frecuentes epidemias de la fiebre aftosa, enfermedad viral altamente contagiosa, que atacaba preferentemente al ganado bovino y ovino. Todas estas calamidades afectaban a los campesinos y al entorno familiar. Sin embargo los hombres y mujeres de campo, con gran espíritu de lucha, se reponían rápidamente de las dificultades y seguían trabajando con esperanza en la futura cosecha o en la recuperación del ganado con nuevas crías. “No bajar los brazos” fue una de las mejores enseñanzas que recibí durante mi infancia en los campos entrerrianos.

■ ESCUELA RURAL

En los primeros días de Marzo de 1949 comencé la escuela primaria. El edificio de la escuela era un viejo casco de estancia, de dos plantas. Las clases de todos los grados eran dictadas por los mismos dos maestros: uno de ellos impartía clases simultáneamente a alumnos de primer hasta el segundo grado, en un aula medianamente amplia, mientras que el otro atendía a los alumnos de tercer grado en adelante. El primer grupo era el más numeroso, con escolares con edades entre 7 y 11 años. El segundo grupo era más reducido, y estaba compuesto de alumnos con edades muy diferen-

tes, algunos ya casi hombres dado el alto número de repetidores. El primer maestro, de apellido Sagarna, era oriundo de la ciudad de Lincoln, provincia de Buenos Aires. El Señor Sagarna era una persona muy agradable, nos brindaba mucho afecto y, a pesar de padecer de sindáctila (fusión de los dedos de la mano derecha), se las arreglaba para dibujar y enseñarnos las primeras letras. El Señor Iglesias, que fue mi segundo maestro, provenía de una familia de docentes de Entre Ríos y tenía una capacidad auditiva muy disminuida. Las clases eran divertidas dado el grado de sordera del maestro y las chanzas de los alumnos más grandes, especialmente cuando pasábamos al frente para leer una lectura: era frecuente que nos salteáramos algunas páginas a propósito sin que el docente lo advirtiera. Recuerdo mi primer día de clases, en el que nos acompañó mi madre (a mi hermana melliza y a mí) durante toda la jornada. Luego de ese primer día mi hermana y yo realizamos diariamente el trayecto de ida y regreso de la escuela a caballo. Esto demandaba aproximadamente una media hora por viaje, ya que la distancia a la escuela desde mi casa era de a próximamente unos 8 kilómetros. Los maestros, para atender al conjunto de alumnos que pertenecían a diferentes grados, solían dividirnos en grupos: a unos le daban problemas para resolver, a otros le pedían que copiáramos alguna lección del libro de cabecera o que redactáramos una composición sobre algún tema. De esta manera todos teníamos tareas. Además, nos solían dar algunos deberes para los fines de semana, que casi siempre eran problemas matemáticos. El libro que siempre se encontraba sobre el escritorio de los maestros era “La Razón de Mi Vida”, de Eva Perón. Sin embargo los docentes no insistían con esa lectura. Según comentaban los lugareños los maestros no eran oficialistas y es-

taban en la escuela rural de alguna manera “castigados”. Estos maestros rurales brindaban todo lo que estaba a su alcance y lo hacían en soledad, con las escasas armas pedagógicas de aquel tiempo, tratando que los alumnos campesinos tuviéramos, al menos, lo básico para defendernos en la vida. Dado que la enseñanza era deficiente, en las tardes trataba de completar los baches con lecturas en la biblioteca o consultaba algunos libros o manuales heredados de mis hermanos mayores. Sin duda mi infancia en el campo y la experiencia en una escuela rural, a pesar de las deficiencias apuntadas, me ayudaron a conocer algunos secretos de la naturaleza y a valorar la solidaridad del hombre de campo. Mi paso por la escuela rural me dio fortaleza y me preparó para que más tarde, en calidad de geólogo, pudiera realizar largas campañas y convivir con diferentes comunidades de campesinos. Muchas veces durante mis viajes de campaña tuve que pernoctar en escuelas rurales apartadas, localizadas en distinta regiones del país. En ellas siempre recibí amplia colaboración, afectos de los docentes y la hospitalidad sin condicionamientos de estos y de los pobladores rurales en su entorno.

■ CONCEPCION DEL URUGUAY

En Febrero de 1956 me trasladé a la ciudad de Concepción del Uruguay para cursar el colegio secundario. Me inscribí en el histórico Colegio Nacional Justo José de Urquiza, que fuera fundado por el General Urquiza en el año 1849, siendo el primer colegio laico y gratuito del país. Urquiza dotó al colegio de destacados docentes provenientes de Francia, Suiza y Alemania, lo que le dio mucho prestigio. Es por ello que Urquiza consideraba al colegio como su “heredero”. En sus aulas estudiaron jóvenes que más tarde protagonizaron papeles importan-

tes en la política, en la cultura y en la ciencia argentina, entre otros los ex presidentes Julio Argentino Roca, Victorino de La Plaza, Arturo Frondizi y los escritores Olegario Andrade, Eduardo Wilde, Fray Mocho y Martín Coronado, además de reconocidos científicos, entre ellos Juan José Nájera, quien fue segundo geólogo recibido en una Universidad Argentina (1915). Nájera fue quien estableció la base científica con su doctrina del Mar Libre (o "Doctrina Nájera"), que sentó la jurisdicción sobre la plataforma continental argentina.

Tengo un hermoso recuerdo de mi paso por el Colegio, tanto de mis compañeros como de mis profesores. Recuerdo las brillantes clases de matemáticas impartidas por Juan José Miró, de química inorgánica por el Dr. Luis Grianta, de zoología por Hugo Petrone. Sin embargo lo que más me entusiasmaba eran las clases de Historia, Instrucción Cívica y Literatura, que estaban a cargo de los Profesores Manuel Machi (entonces director del Palacio "San José"), Ernesto Maxit (en ese momento rector del colegio) y Oscar Urquiza (escritor, miembro de la Academia de Historia y descendiente directo del General Urquiza). Estos profesores, con cierta picardía, se definían unos como partidarios de Mitre, otros de Sarmiento, de Urquiza o de Rosas. Este juego de complicidad nos llevaba a estar muy atentos, a leer sobre la historia argentina y luego compartir discusiones muy sabrosas. Era una competencia muy divertida, pero a la vez muy interesante ya que nos convocaba a conocer la historia argentina, no sólo a partir de los textos oficiales, sino también de las anécdotas que vertían los profesores. Entre otros recuerdo gratos que he vivido en el Colegio fue la visita, en el año 1959, del Dr. Arturo Frondizi que junto con parte de su gabinete rindió homenaje al General Urquiza en el marco del 89 aniversario

de su asesinato en el Palacio San José. Me tocó en suerte escoltar los restos de Urquiza depositados en la Basílica de la Inmaculada Concepción. Luego estuve presente también como escolta del presidente Frondizi, cuando ese mismo día brindó un discurso alusivo al caudillo en el patio del Colegio.

Durante gran parte de los años vividos en el colegio compartí los estudios con Jorge Daroca, quien fuera más tarde un excelente profesional de la geología. En el año 1960, mientras cursábamos el quinto año del bachillerato, nos reuníamos muy seguido en su casa para estudiar algunas asignaturas. Frente a la casa de la familia Daroca se encontraba el consultorio del médico de niños Dr. Juan José Bruno, que era en ese momento presidente de YPF. Los días sábados el Dr. Bruno solía viajar desde Buenos Aires, en un colectivo de línea, para atender en forma gratuita a los pacientes. Ese mismo día o el siguiente regresaba a la ciudad de Buenos Aires para cumplir su tarea como Presidente de Yacimientos Petrolífero Fiscales (años 1960-62). El Dr. Bruno, compañero del Dr. Frondizi en el colegio y partidario de su política, aceptó presidir la empresa estatal más importante del país durante la presidencia de su amigo y correligionario. Muchas veces el Dr. Bruno nos preguntaba sobre cuál era la disciplina o carrera universitaria que pensábamos seguir. En realidad estábamos muy inseguros. A Jorge le interesaba la abogacía, mientras que yo descartaba las carreras relacionadas con profesiones liberales; pero en definitiva los dos estábamos muy indecisos. En una de las tardes en las que atendía su consultorio, el Dr. Bruno nos invitó a pasar a su casa y nos habló de la importancia de la geología. Nos dijo que si bien no era su profesión, luego de su experiencia con Geólogos de YPF consideraba que era

una carrera muy importante y nos entusiasmaba con su optimismo en el desarrollo del país y con el papel de los geólogos en la industria petrolera, la minería y el cuidado de los suelos para la agricultura. Nos hablaba también de los proyectos de YPF, prometiéndonos una beca de estudiante a través de la empresa al final del primer año si estudiábamos dicha carrera, siempre que aprobáramos todas las asignaturas. Jorge y yo nos quedamos pensando en sus comentarios, sin aún definirnos. Sin embargo iniciamos consultas sobre las particularidades de la carrera, los años de estudio y sobre las universidades donde se dictaban los cursos. En una de las tardes de Septiembre de 1960 el Dr. Bruno nos trajo como obsequio el libro "Geología entre bambalinas" (Ed. Pleamar 1955), obra del distinguido geólogo Dr. Horacio Harrington. Dicho libro se inicia con la siguiente frase *"este es un libro escrito como quien charla de bueyes perdidos, apoltronado junto a una estufa, estirando los pies hacia el fuego y con un vaso de whisky en la mano"*. La elegancia y el estilo del autor nos impactó a medida que fue relatando la geología por dentro, con los conocimientos de aquella época. Ese libro nos dio el empujón para inscribirnos e iniciar la carrera de geología en la famosa Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad de La Plata.

■ MIS MAESTROS

Ingresar al Museo de La Plata fue muy emocionante. Inicié la carrera de geología junto a mi amigo Jorge Daroca con quien estudié la mayoría de las asignaturas. Con Jorge vivimos en una misma pensión hasta la finalización de la carrera y egresamos con un día de diferencia. Al recibirnos yo seguí trabajando en la División de Estudios Especiales de la Comisión Nacional de Energía Atómica, mientras que Jorge ingresó

al cuerpo de profesionales de la entonces Dirección General de Fabricaciones Militares, para desarrollar tareas de exploración minera. Jorge realizó numerosas tareas de campo, ocupando diversos cargos, hasta que luego de retirado la muerte lo sorprendió aún siendo muy joven. Como estudiante, Jorge era muy prolijo para tomar apuntes, en cambio yo sólo atendía las clases de los profesores y de tanto en tanto tomaba algunas notas muy desorganizadas. Eso me llevó a ser un asiduo lector de biblioteca para asegurarme los conceptos que vertían los profesores. En aquel entonces la mayoría de los compañeros que ingresaban a la Facultad en el año 1961 provenían del interior del país y un alto número procedían de Bolivia y Perú. Muchos de los profesores viajaban desde la ciudad de Buenos Aires, mientras que unos pocos residían en La Plata. Tengo un grato recuerdo de la mayoría de los docentes que nos ayudaron a estudiar y conocer las distintas asignaturas. En aquel entonces se decía que la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata contaba con una de las mejores y acreditadas plantas docentes del país, en diferentes disciplinas (Geología, Paleontología, Antropología, Botánica, Zoología). Sin duda era y sigue siendo uno de los centros de investigación de mayor jerarquía y prestigio de Argentina.

Voy a mencionar sumariamente sólo a algunos profesores que más me aportaron en mi formación profesional. En ese sentido recuerdo las primeras clases del Dr. Guillermo Furque, en Geología General, donde aprendimos los primeros conceptos sobre fallas, terremotos y volcanes. También las clases del destacado Botánico Ángel Cabrera, sobre provincias fitogeográficas. Recuerdo con mucho cariño a Horacio Camacho, quien con total sencillez y claridad nos introducía en el mundo de

los invertebrados fósiles. Las clases de Magdalena Radice también nos conducían en forma muy didáctica al mundo de la mineralogía. Cristian Petersen, con su profunda erudición, nos enseñaba conceptos de Geografía Física. Recuerdo a José Catoggio, estricto y calificado profesor de Química Analítica, quien nos enseñó las primeras marchas analíticas y a resolver problemas vinculados con la geoquímica. Muchos años más tarde participé con el Dr. Catoggio en varias jornadas sobre problemas ambientales, una de sus grandes preocupaciones. Recuerdo las actualizadas y sencillas clases de Mario Teruggi sobre Petrología Ígnea y Sedimentología, que sin duda eran las más concurridas por la capacidad didáctica del maestro. Las clases de Juan Carlos Turner, en Geología Estructural, también eran muy valoradas, especialmente por los ejemplos prácticos que nos brindaba, que reflejaban su gran experiencia de campo. Rosendo Pascual nos enseñaba Paleontología de Vertebrados. Rosendo era un verdadero maestro. Su pasión y entusiasmo en las clases nos deslumbraba, especialmente cuando nos hablaba de la evolución desde los seres muy simples hasta la complejidad de los mamíferos superiores. Ángel Borrello, de personalidad fuerte, nos brindaba clases magistrales sobre Geología Histórica y Geología Argentina. Alfredo Cuerda, en las mismas asignaturas que dictaba Borrello, nos dibujaba en el pizarrón perfiles con gran detalle y nos hablaba pausado poniendo énfasis en los temas más complejos. Menciono al final a Victorio Angellelli, que fue mi profesor de Geología de Yacimientos y con quien me unió casi 30 años de colaboración mutua.

En 1963 asistí a la primera clase del Ing. Angelelli como profesor en la UNLP. Concurrí a todas sus clases, las que dictaba los días sábados,

de mañana y de tarde. El Ingeniero Angellelli no tenía antecedentes docentes previos al cargo de titular en La Plata. Tenía sus clases preparadas en una carpeta y nos dictaba pausadamente, pero de tanto en tanto se salía del libreto y nos contaba sus anécdotas de su larga experiencia. Estos eran los momentos más esperados por los alumnos, ya que allí se producían intercambios muy fructíferos y las clases alcanzaban gran dinamismo. El Ingeniero Angelelli se desempeñó como profesor Titular D.E. de la UNLP con gran pasión, retirándose como Profesor Emérito al cumplir 75 años.

Sólo he mencionado a algunos de mis más respetados maestros que he tenido durante mi carrera. Sin embargo debo destacar que fuera de las aulas del Museo de La Plata, he recibido el apoyo y las enseñanzas de Lidia Malvicini quien me dio las primeras clases de calcografía en la UBA, y lo mismo aconteció con Milka Brodtkorb, destacada mineralogista, que me ayudó en muchos temas vinculados con mineralogía. He tenido el gusto de acompañar a Milka en viajes de campo y de colaborar en muchas de sus valiosas investigaciones.

Asimismo, el Plan Cordillerano me otorgó una beca para realizar trabajos de campo, siendo aún estudiante. En ese plan estuve bajo la dirección del Geólogo Hernán Navarro. Fui su ayudante durante dos largas campañas de prospección realizada en la provincia de Mendoza. La primera campaña demandó 26 días continuos a lomo de mula. Realizamos mapeos y muestreos geoquímicos de sedimentos en una amplia área del sector centro-oeste de la provincia. Fue una campaña algo accidentada: mi mula tuvo una caída en el río Borbollón y, además del susto por la rodada y "aterrizaje" en aguas muy frías, tuve que lamen-



Figura 1: Ingeniero Victorio Angelelli. Profesor Emérito y Doctor Honoris Causa de la UNLP.

mineralógicos y metalogénicos y por ser un viajero incansable. Fue mi director de tesis en la Universidad de Salamanca, me abrió la puertas de su laboratorio y de su enorme biblioteca, con el tiempo se transformó en mi amigo y de mi familia. Durante sus visitas a la Argentina hemos realizado varias campañas a distintas regiones de nuestro país y pudimos disfrutar en el INREMI de sus charlas y de su gran conocimiento acerca de los diferentes modelos de yacimientos.

■ LOS PRIMEROS AÑOS DE GEÓLOGO.

Siendo estudiante avanzado de geología obtuve por concurso un cargo de ayudante alumno rentado en la cátedra de Mineralogía y a los pocos meses concursé en un cargo similar, en la cátedra de Geología de Yacimientos a cargo del Profesor Ingeniero Victorio Angelelli, a la sazón miembro del Directorio de la Comisión Nacional de Energía Atómica, quien me ofreció colaborar con él en proyectos de investigación en el campo de mineralogía y geología de yacimientos minerales en CNEA. Obtengo una Beca Interna para estudiantes, con lugar de trabajo en el Laboratorio de Estudios Especiales, bajo la dirección del Dr. Enrique Linares. Concurro dos días por semana, completando 10 horas por día. Es allí donde llevo a cabo mis primeros trabajos, me ocupo de investigar minerales de uranio y de mineralizaciones de rocas fosfóricas en cuerpos pegmatíticos de Córdoba y del mineral rodocrosita, de Capillitas, Catamarca, trabajos que fueron publicados. Fueron las primeras tareas como aprendiz bajo atenta supervisión del Dr. Linares. Pude llevar a cabo campañas bajo la dirección del Dr. Lucero en los yacimientos de uranio de Schlagintweit en el batolito de Achala, (Córdoba) y también con el colega Hugo Nicolli en los

tar la pérdida de la mula y de parte del equipo que llevaba para realizar análisis geoquímicos en frío. La segunda campaña demandó 25 días y en ella pude recorrer el distrito de Paramillos de Uspallata, reconocer las viejas vetas de plomo, plata y cinc y los cuerpos de pórfidos de cobre (norte y sur), identificados previamente por Navarro. Durante esa primera y larga campaña como estudiante tuve ocasión de realizar mis primeros mapas geológicos, a identificar zonas de alteración y llevar a cabo muestreos geoquímicos. En una de las tardes Navarro me relató que durante su estadía en Canadá, enviado por el Plan Cordillerano para familiarizarse con depósitos

tipo pórfidos de cobre, tuvo la presunción de que una zona que él conocía y que se encontraba próxima a la ciudad de Andalgalá, Catamarca, se asemejaba mucho a los pórfidos de cobre que él estaba reconociendo en América del Norte. Me confió su secreto. A los pocos años me invitó a visitar el depósito que él denominó "Mi Vida". Este enorme pórfido cuprífero es el que actualmente se denomina "Agua Rica". Lamentablemente por diversas causas y a pesar de su gran riqueza aún se mantiene inactivo.

También debo nombrar al Dr. Antonio Arribas Moreno, reconocido mundialmente por sus aportes

depósitos de uranio de San Rafael, Mendoza, y con el amigo Berizzo en los depósitos Los Adobes (Chubut). Luego de un paréntesis debido al servicio militar obligatorio, que realicé en Campo de Mayo, obtuve en el año 1967 la graduación como Licenciado en Geología en la UNLP. A partir del año 1968 me designaron Profesional de la CNEA y, por otra parte, Jefe de Trabajos Prácticos de la Cátedra de Geología de Yacimientos de la FCNyM de la UNLP. Ante mi interés en especializarme en estudios de minerales nucleares, solicito una beca externa al CONICET para trabajar bajo la dirección del Dr. Antonio Arribas en la Junta de Energía Nuclear en España y en la entonces Comisión de Energía Atómica de Francia. Obtengo la beca externa, pero por problemas burocráticos la CNEA no me concede licencia. Ante esta situación solicito una entrevista con el Presidente del CONICET, siendo poco optimista de acceder a la misma. Sin embargo el Dr. Bernardo Houssay me recibe, junto a otros becarios, me escucha y me aconseja que viaje y que no desaproveche la oportunidad y, luego de una charla amena, me propone que le escriba y le informe sobre mis actividades en Europa. Al llegar a España tomo conocimiento que el Dr. Antonio Arribas Moreno, días antes de mi arribo se retiró de la Junta de Energía Nuclear española y asumió como Decano de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca (las comunicaciones en aquel entonces eran difíciles). Ante esta situación recurro nuevamente al Dr. Bernardo Houssay y en una carta le planteo esta otra situación y le solicito autorización para cambiar el plan de trabajo y realizar mi trabajo de tesis doctoral. A las tres semanas (enero de 1971), recibo una nota firmada por el Dr. Houssay informando que me autorizaba el cambio de plan "ad referéndum del Directorio" y a su vez se me concedía un subsidio

de 75.000 pesetas, para realizar los trabajos de campo y llevar a cabo cursos de especialización en las universidades de Heidelberg, Roma y de Madrid, tal cual había solicitado.

■ TESIS DOCTORAL

Bajo la dirección del Dr. Antonio Arribas Moreno, destacado Catedrático y reconocido especialista en mineralogía y geología de yacimientos, desarrollé mi trabajo de tesis en la Faja Pirítica del SO Ibérico (España y Portugal). Realicé inicialmente reconocimientos de los principales yacimientos de sulfuros masivos activos en aquel entonces, productores de concentrados de cobre, plomo y cinc (Aznalcollar, Río Tinto, Tharsis, La Lancha, Caveira y Aljustrel). Las minas de "Huelva" eran ya conocidas y explotadas en forma discontinua desde épocas prerromanas, siendo explotadas con gran intensidad en los siglos III y I antes de Cristo. Después de una larga discontinuidad la explotación se reanudó durante la segunda mitad del siglo XIX. Arribas me aconsejó que desarrollara el trabajo en el yacimiento La Lancha. Para ello la empresa ADARO me puso a cargo de los trabajos de exploración durante varios meses durante el año 1971. La propuesta consistía en definir las características metalogénicas del yacimiento y su encuadre geológico con el Distrito Río Tinto. Los trabajos preexistentes referidos a la faja metalogénica sostenían, desde finales del siglo XVIII, especialmente en las publicaciones de Alfredo Stelzner, Klockman y otros autores procedentes de la escuela alemana, que las mineralizaciones tenían un origen volcano-sedimentario. Posteriormente otros autores, mayormente pertenecientes a la escuela inglesa, sostenían, con variantes, una hipótesis hidrotermal o magmática. En definitiva existía una dura controversia entre epigenetistas y singenetistas

desde los albores de las investigaciones geológicas llevadas a cabo en esta provincia minera. Sin embargo en el siglo XX, hasta la década del setenta, prevalecía la teoría genética propiciada por la escuela inglesa. Esta controversia me sirvió de aliciente para analizar las diversas opiniones de los autores y concentrarme en investigaciones modernas para ese entonces. En esa época se dieron a conocer las primeras investigaciones sobre los yacimientos que actualmente se están formando en el Mar Rojo; así como las descripciones hidrotermales cargados de metales que se vuelcan en el mar por las fisuras existentes al este del pacífico en las costas de British Columbia, México y Ecuador. Simultáneamente con la investigación que llevaba adelante se publicaron los primeros y excelentes trabajos sobre los famosos yacimientos tipo Kuroko y tipo Besshi (Japón). Muchos colegas españoles y extranjeros que trabajábamos en la Faja Pirítica comenzamos a postular un origen, con algunas variantes, similar al modelo Kuroko. El estudio detallado de mina La Lancha en cuanto a su morfología, secuencia paragenética, rocas encajantes, secuencia estratigráfica, guías litoestratigráficas, alteraciones, etc. permitió identificarla como mineralizaciones singenéticas con el volcanismo submarino del paleozoico superior, con el que se asocian genética y espacialmente la mayoría de las mineralizaciones de sulfuros que se localizan en la Faja Pirítica, observándose algunas metalizaciones epigenéticas locales o secundarias, producto de removilizaciones originadas por la acción tectónica. En definitiva la mina La Lancha encajaba dentro del modelo VMS. En el año 1973 defendí la tesis y obtuve el doctorado en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca.

■ CARRERA DEL INVESTIGADOR DE CONICET.

Antes de regresar al país, en 1973, solicite mi ingreso a la Carrera del Investigador Científico del CONICET, con lugar de trabajo en la FCNyM de la UNLP. En Abril de 1973 comienzo a desarrollar temas de investigación relacionados con el estudio de yacimientos de plomo-plata y cinc. Fue una época muy difícil, en lo económico y en lo político. Dadas estas circunstancias tuve que realizar tareas en buena parte diferentes al plan de trabajo planteado, es así que acordamos con el Ingeniero Angelelli firmar un convenio con la Secretaría de Minería de la Nación para llevar a cabo una obra de orientación y consulta a cerca de los yacimientos no metalíferos y rocas de aplicación de argentina. Los trabajos se realizaron en tres etapas. El primer tomo, editado por la Secretaría de Minería de la Nación en el año 1976, incluyó los depósitos de la región Patagonia- Comahue. El segundo tomo, finalizado en 1980, abarcó la región Centro-Cuyo, mientras que el tercer tomo reunió a los yacimientos de la región del NOA y fue publicado en el año 1983. En las obras se caracterizaron los yacimientos y sus materiales, la posición geológica de los mismos, y se informaron los recursos, laboreos, producción y destino. Si bien no se trató de un trabajo estricto de investigación, nos permitió llevar a cabo numerosas campañas, reconocer centenares de depósitos de minerales industriales y rocas de aplicación activas o inactivas, analizar los trabajos existentes, realizar muestreos y estudios químicos y mineralógicos, y finalmente redactar una síntesis. He participado en todas las etapas del trabajo y en las publicaciones que se dieron a conocer en tres tomos (Anales XVII, XVIII y XX de la Secretaría de Estado de Minería.) La elaboración de los trabajos me aportó

un buen conocimiento del rubro de los minerales industriales del país y de su geología, pude recorrer la geografía y reconocer geológicamente gran parte de nuestro territorio. En la primera etapa participé con V. Angelelli y el colega y amigo Alberto Arrospide. La segunda etapa la realizamos también con V. Angelelli y con Raúl Fernández, que inicio sus primeros trabajos como geólogo. La tercera etapa fue llevada a cabo en colaboración con Raúl Fernández y Ricardo Etcheverry. Luego con el tiempo he efectuado numerosos trabajos sobre minerales industriales y rocas de aplicación, que fueron publicados en revistas, congresos o capítulos de libros, en conjunto con varios colegas.

Siempre he tenido en cuenta la importancia de la minería de los minerales industriales, puesto que constituyen uno de los grandes rubros en los cuales se clasifica a la actividad minera, son la materia prima utilizada por multitud de industrias y se encuentran en innumerales productos de consumo cotidiano. También participé en investigaciones sobre rocas ornamentales, así como en el diseño de canteras y sistemas de explotación. Esos estudios se llevaron a cabo mediante un proyecto Alfa, con intervención de investigadores de tres universidades europeas (Bologna, Barcelona y Lisboa) y tres universidades latinoamericanas (Belo Horizonte, Autónoma de México y La Plata). Este proyecto permitió la formación de recursos humanos mediante un fluido intercambio, además de la publicación de artículos en revistas y de un libro publicado por una editorial italiana.

Sin embargo, la mayoría de mis investigaciones se orientaron a las mineralizaciones metalíferas. En ese sentido, estudiamos los depósitos argentíferos del Sistema de Famatina, especialmente los distritos Ce-

rro Negro, La Caldera y Tigre, que se presentan en cuerpos vetiformes ricos en plata, plomo y cinc, con contenidos en níquel, telurio, cobalto y oro, alojados en sedimentitas de la Formación Negro Peinado y se los vincula con las intrusiones dacíticas pliocenas que afloran en la región. Dicha mineralización es influida dentro del modelo de yacimientos epitermales de baja sulfuración (Schalamuk I; y A y Logan 1994). También participé en trabajos sobre la caracterización del distrito Paramillos de Uspallata (Garrido et al. 2001). Acompañé a la Dra. Marta Franchini y su grupo de trabajo en varios estudios vinculados con los pórfidos de cobre y oro de Campana Mahuida (Neuquén) y de Agua Rica (Catamarca) que fueron publicados en la revista *Economic Geology* y otros en *Journal of South American Earth Sciences*. Sin embargo debo señalar que durante los últimos 20 años me dediqué a investigar a la región que hemos denominado "Provincia auroargentífera del Macizo del Deseado". Esta región contaba con escasos antecedentes sobre depósitos de minerales metalíferos. Hoy en día el cúmulo de investigaciones y de hallazgos de importantes acumulaciones de metales preciosos la identifica como una de las regiones más fértiles en depósitos de oro y plata, a nivel nacional y mundial.

En los años 80 los colegas Mario Zubia, Adolfo Genini y Arturo Canero, que pertenecían al Plan Patagonia (SEGEMAR), me solicitaron que los dirigiera en sus trabajos de tesis doctoral. Consideramos la posibilidad de que los mismos se desarrollen en el Macizo o Nesocratón del Deseado, dada la escasez de información y la importancia que podría alcanzar un mayor conocimiento sobre los eventos volcánicos, estructurales e hidrotermales. Realizamos un viaje de campaña visitando los sectores que entendíamos claves



Figura 2: Reconocimiento de vetas auroargentíferas de Cerro Vanguardia, Santa Cruz: Raúl De Barrio, I. Schalamuk, Raúl Fernandez, Adolfo Genini, Mario Zubía, Antonio Arribas M. y Hugo Pezzuchi (1987).

para establecer las relaciones cronológicas entre los distintos procesos, pero lamentablemente la falta de presupuesto en aquél entonces para desarrollar las investigaciones que se había previsto produjeron desánimo y paralización de las mismas. Sin embargo, al principio de los noventa obtuve un proyecto de la Agencia de Promoción Científica de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Nación al que se sumó un convenio entre la Universidad Nacional de La Plata, a través del INREMI y la provincia de Santa Cruz, a través de la empresa FOMICRUZ S.E. Este proyecto potenció el inicio de las investigaciones geológicas y metalogenéticas del Macizo del Deseado. Inmediatamente se sumaron los colegas Zubia y Genini, así como también Daniel Pérez y Roberto Mondelo perteneciente a FOMICRUZ S.E. Comenzó así una etapa muy fructífera. Dadas las características del proyecto y de los convenios suscriptos, realizamos numerosas campañas durante los seis o siete meses que nos permitía el clima. Buena parte de las primeras campañas compartí con Raúl Fernández, Raúl de Barrio, Ricardo

Etcheverry, Mario Tessone, Daniela Marchionni, Horacio Etcheveste y Miguel del Blanco, entre otros. Luego se sumaron becarios, tesis doctorales y estudiantes de la Cátedra de Geología de Yacimientos.

Además de los estudios regionales acerca del volcanismo ácido del Grupo Bahía Laura y del volcanismo básico de la Formación Bajo Pobre, así como los principales lineamientos estructurales que afectan al Macizo, iniciamos estudios de detalle en áreas donde habíamos establecidos blancos de exploración, con presencia de vetas de cuarzo o de depósitos silíceos superficiales derivados de la acción de fuentes termales (*sinters*). Tuvimos la visita del Dr. Charles Cunningham, especialista en la U.S Geological Survey, con quien revisamos los cuerpos de *sinters* de Manatial Espejo y las estructuras estromatolíticas de El Macanudo. Se sumaron los colegas y amigos Javier Ríos y Kazuo Fuzikawa, del CDTN de Belo Horizonte, Brasil. Se pudo concretar un primer trabajo estableciendo las paleotemperaturas y las salinidades de las soluciones silíceas portadoras de oro y plata y de

los cuerpos de *sinters* (Schalamuk et al. 1995).

Se avanzó con estudios de mayor detalle en el esquema metalogénico general de los depósitos epitermales del Macizo del Deseado, considerando aspectos sobre la génesis del volcanismo y las mineralizaciones asociadas, con un mayor número de datos provenientes de inclusiones fluidas, relaciones isotópicas y evidencias mineralógicas, así como el estudio de los pulsos que dieron origen a las texturas bandeadas crustificadas características de los cuerpos vetiformes registrados en los primeros prospectos reconocidos y del ya explorado yacimiento de Cerro Vanguardia. Esta investigación dio lugar a una publicación de mayor difusión en la revista *Ore Geology Review* (Schalamuk et al. 1997). Se llevaron a cabo estudios de Ar-Ar sobre adularia, de varios depósitos y determinaciones geocronológicas para el Grupo Bahía Laura, que se sumaron a la información ya publicada en diversos trabajos por distinguidos colegas y colaboradores, entre los que cabe citar a R. Pankhurst; a C. Rapela; a Alric, y C. Feraud.

Fueron muchas las áreas y los *targets* estudiados, así como la actividad impuesta por los tesis doctorales, cuyas disertaciones fueron defendidas y aprobadas con la máxima calificación. Entre los tesis que trabajaron en distintos prospectos y yacimientos del Macizo, se encuentran Leandro Echavarría, (Dorado-Monserrat); Horacio Etcheveste, (Manatial Espejo); Pilar Moreira (La Josefina); Daniela Marchionni (La Manchuria); Digo Guido (Cerro Moro), Ramiro López (Cerro Negro); Sebastián Jovic (El Pinguio); Gerardo Páez (Mina Marta); Remigio Ruiz (volcanismo del área de Mina Marta). A estos excelentes trabajos deben sumarse otras tesis doctorales dirigidas por Raúl Fernández, que

cubren varios aspectos del Macizo del Deseado y, además varios proyectos en ejecución por investigadores del INREMI.

Las numerosas investigaciones acerca de la características geológicas y metalogénicas del Macizo o Nesocratón del Deseado, que cuenta con varios yacimientos en producción y otros tantos en preparación y en exploración, permiten clasificar a este macizo como una provincia bien diferenciada, con mineralizaciones epitermales asociadas al finivolcanismo jurásico de tipo extensional. En definitiva, el trabajo en equipo durante más de 20 años permitió consolidar un grupo de trabajo y lograr definir las particularidades de los enormes campos filoneanos ricos en Au-Ag, comparables con otras provincias auroargentíferas a nivel mundial.

Además de la actividad de investigación durante mi carrera del CONICET llevé a cabo una intensa actividad docente, especialmente en la Cátedra de Geología de yacimientos a cargo del Ingeniero V. Angelelli, en la cual me inicié como ayudante alumno, en el año 1965 y luego fui cubriendo las distintas escalas hasta lograr el cargo de profesor titular. También dicté cursos como profesor invitado en varias universidades nacionales y extranjeras. Entre estas últimas debo citar las universidades de Oviedo, Barcelona, Roma, Bologna, San Marcos, Asunción del Paraguay, Central de Ecuador, de Pilar del Río y Moa, Cuba. Asimismo el CONICET me autorizó a desarrollar actividades transitorias como Experto de Naciones Unidas, de Unesco, de Cancillería Argentina y Comité de Migraciones, para llevar a cabo y dirigir proyectos vinculados con recursos minerales. En ese sentido realicé trabajos en Paraguay, Uruguay, Guatemala, Ecuador y Perú, que me reportaron gran experiencia

y conocimientos sobre la geología de diferentes territorios. Otro aspecto importante fue mi designación como representante argentino ante CYTED (Ciencia y Tecnología para el Desarrollo), primero para impulsar tareas de investigación sobre mineralizaciones auríferas en Iberoamérica y seguidamente, para contribuir al conocimiento de complejos ofiolíticos de la misma región. Ello me permitió conocer calificados profesionales iberoamericanos, realizar

reuniones de trabajo y llevar a cabo visitas a yacimientos y distritos geológicos de diferentes países, además de contribuir a generar dos libros publicados por CYTED, uno denominado *"El Libro de La Minería del Oro en Iberoamérica"*, del cual fui uno de los redactores y un segundo sobre *"Complejos Ofiolíticos - guías de prospección para metales preciosos"*, en el que participé con algunos artículos. Debo asimismo señalar mi participación como representante



Figura 3: Reconocimiento Geológico junto al Doctor H. Palmieri. Paraguay Oriental (1974).



Figura 4: Reconocimiento Geológico a través del Río Tebicuary, Paraguay (1984).

argentino en el mapa metalogénico de Sudamérica. Fue una tarea ardua ya que se tuvieron que complementar diferentes estudios sobre mineralizaciones de varios países. Por lo que se requirió realizar reuniones en distintos países y visitar un gran número de yacimientos minerales. Las tareas se pudieron llevar a cabo con la colaboración de los Dres. Alberto Arrospide y Ricardo Auriema.

En definitiva en los casi 50 años que recorrí como geólogo y en los 43 años como investigador del CONICET he cubierto casi todos los temas vinculados a la geología de yacimientos minerales, en los distintos rubros, con una fuerte inclinación a la aplicación. Sin embargo, siempre he tenido en cuenta la frase de nuestro primer premio Nobel, además de fundador y primer presidente del CONICET, Dr. Bernardo Houssay "No hay ciencias aplicadas si no hay ciencia que aplicar".

■ AÑO SABÁTICO

En el año 1982 opté por tomarme un año sabático. Los primeros seis meses me aboqué a terminar algunos artículos que tenía pendientes. En la segunda parte del año, con ayuda de una Beca Externa del CONICET, realicé estadias invitado por colegas de las universidades de Salamanca y de Roma. Asistí a cursos, completé algunos artículos científicos y visité otros centros de investigación para tomar contacto con investigadores con los cuales posteriormente he participado en proyectos internacionales, tales como los proyecto alfa y el programa CYTED. Fui invitado por la Facultad de Ciencias de Salamanca a dictar un curso cuatrimestral sobre mineralogénesis. Durante mi estancia realicé visitas de reconocimiento al famoso yacimiento de wolframio de Panasqueira (centro oeste de Portugal), a los de W y Sn de Finx, (Galicia), a la mina Insuperable

de Sn (Puebla de Azaba, Salamanca) y al distrito aurífero de Rodalquilar (Almería). En la Universidad de Porto (Portugal), tuve oportunidad de conocer al profesor Eurico Pereira, con quien luego compartí varios proyectos en el programa CYTED y visité mineralizaciones auríferas y complejos ofiolíticos en varios países de Sudamérica. Junto al Profesor Mario Barbieri, de la universidad de Roma, realicé reconocimientos de la geología de la isla de Cerdeña. A esa campaña se sumó el Dr. Richard Sillitoe, reconocido geólogo británico, al que había ya conocido años antes en Argentina y con quien pude compartir algunos viajes con visitas a yacimientos de pórfidos de cobre (Campana Mahuida, Neuquén y Bajo de la Alumbreira, Catamarca).

Los seis meses de año sabático en Europa también fueron una experiencia familiar. Recorrer Europa fue nuevamente una fantástica experiencia, especialmente porque el turismo no tenía aún las dimensiones que alcanzó luego.

■ GESTION EN LA UNIVERSIDAD DE LA PLATA

Cuando transcurría el año 1965, siendo alumno de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata, una agrupación de estudiantes me propuso en la lista como Consejero Académico. Al ser elegido debí participar como miembro del consejo presidido por el distinguido profesor Mario E. Teruggi quien había sido electo Decano el año anterior. El Consejo Académico de entonces estaba conformado por destacados profesores, entre ellos el Dr. Sebastián Guarrera (quien había ocupado el cargo de Decano en el periodo 1958-1963) y los profesores Ángel Borrello y Rosendo Pascual. Sin duda fue una experiencia importante el haber compartido reuniones con personalidades académicas que

fueron mis profesores y que con el tiempo, colegas y amigos. Lamentablemente el golpe militar de junio de 1966 produjo la intervención de todas las universidades nacionales. El Dr. Teruggi nos convocó a su casa donde redactó su renuncia indeclinable al cargo; el Consejo Académico se disolvió y emitió un comunicado repudiando la gravedad institucional, ante la pérdida de los derechos y de la libertad en los claustros universitarios, especialmente en lo que se dio en llamar "la noche de los bastones largos", por las consecuencias que debieron soportar numerosos docentes de la universidad de Buenos Aires. Allí se clausuraba, de una manera abrupta y cruenta, el periodo más creativo y democrático que vivió seguramente la Universidad Argentina. La universidad prosiguió con intervenciones sucesivas hasta el año 1986 y los Decanos y los Rectores universitarios fueron designados directamente por los poderes ejecutivos de turno. En mayo de ese año de 1986 fui elegido Decano de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la UNLP, siendo el primer decano electo luego de 20 años, designado por los tres claustros (profesores, alumnos y graduados). El acto de toma de posesión del Presidente (Rector) y de los Decanos de la UNLP, estuvo presidido por el Dr. Alfonsín. Tuve la suerte de conducir el Consejo Académico de la FCNyM con el acompañamiento de destacados colegas, algunos compañeros de mi época de estudiante, pero lo más singular fue haber tenido a mi lado como Consejero Académico por los profesores, al Dr. Mario Teruggi, y de recibir también constantemente los consejos de los doctores Sebastián Guarrera, Rosendo Pascual y Alfredo Cuerda, entre otros. En definitiva, se había cumplido un ciclo y estaban nuevamente los viejos profesores ayudando, en este caso, a los jóvenes profesores que se hacían cargo de la responsabilidad institucional.

Mi gestión al frente del Decanato y de la Dirección del Museo de La Plata tuvo lugar durante dos periodos consecutivos (1986-1989-1992). En esos periodos tuve el apoyo y la colaboración de profesores, graduados, alumnos y no docentes. Quiero destacar a Jorge Frangí, excelente persona y distinguido botánico, que me acompañó durante las dos gestiones en calidad de Vice Decano, y a Silvia Ametrano quien me acompañó como Secretaria de Extensión Universitaria durante los seis años de gestión. Al hacerme cargo opté por ocupar el histórico despacho del fundador del Museo, el Perito Francisco Pascasio Moreno.

Para ejercer mi condición de Decano y permanecer como Investigador de CONICET, el Dr. Manuel Sadosky, entonces Secretario de Ciencia y Tecnología de la Nación y Carlos Abeledo, Presidente del CONICET, me autorizaron a continuar mi carrera en CONICET y ocupar el cargo de Decano en calidad **ad-honorem**. Ello me permitía con más libertad proseguir con la investigación, solicitar subsidios y atender a becarios y tesis doctorales y seguir al frente de la cátedra, en calidad de profesor D. S. Durante los seis años aprovechaba muy bien los sábados, domingos y feriados para dedicarme a los temas vinculados con los proyectos de investigación que había iniciado previamente. La gestión fue muy dinámica y de mucho esfuerzo; se llamaron a concurso muchos cargos de profesores y jefes de División del Museo, con la participación de los tres claustros. Hubo dificultades presupuestarias y se debió gestionar recursos bajo dos gobiernos, primero en el periodo del presidente Alfonsín y luego durante la gestión del Presidente Menem. Tal como ocurre en todas las universidades nacionales en tiempos democráticos, hubo aportes de ideas, discusiones y puntos de vistas

diferentes. Estas contribuciones a la postre generaron las bases para un cambio estructural de la institución. Debo confesar que siento mucho orgullo por lo logros que se alcanzaron durante dicha gestión. Uno de los hechos que más recuerdo es haber contribuido a concretar la construcción de las nuevas instalaciones de la Facultad de Ciencias Naturales. Se logró conseguir un predio próximo al Museo (60 y 122) que pude negociar con las autoridades de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Gracias a esa cesión se llevó adelante la construcción de la primera etapa del edificio, que luego se fue completando en sucesivas gestiones. Otra tarea muy grata fue impulsar un proyecto propuesto por las autoridades anteriores, en relación a la ejecución de un convenio entre nuestro Museo de Ciencias Naturales de La Plata y el Grupo Yomiuri, el mayor conglomerado de medios de Japón. El convenio estableció el envío de colecciones de la mega fauna pampeana, para ser exhibida durante un año en seis de las principales ciudades de Japón. El programa fue obra del Dr. Rosendo Pascual y de otros investigadores del Museo. Fue una exitosa exhibición.

Durante mi visita a la inauguración de la muestra; junto a Rosendo observábamos a las numerosas y largas filas de niños acompañados por mayores que se instalaban pacientemente para acceder a la exposición. Por otra parte, se destacaban en todas las ciudades de Japón que las vitrinas de las estaciones ferroviarias estaban empapeladas con láminas del Museo de La Plata, así como artículos de divulgación en diarios y en pantallas de televisión donde aparecían constantemente las enormes figuras de los megaterios, macrauchenias, gliptodontes y tigres dientes de sable, que eran habitantes comunes de nuestros pastizales pampeanos. Debo destacar la importante colaboración de colegas paleontólogos y biólogos que prepararon las colecciones, especialmente a los técnicos del Museo de La Plata que viajaron cada 45 días a Japón para revisar y trasladar el material a las seis ciudades en las que se realizaron las exhibiciones. Disfrute compartir varias jornadas con Rosendo Pascual en tierras japonesas. La organización nos invitó a conocer las principales ciudades, universidades y centros culturales de su país. También pude dedicar un par de días a visitar los



Figura 5: Reunión de camaradería con colegas Japoneses en Tokio junto a Rosendo Pascual y Doris (1986).



Figura 6: Junto a Rosendo Pascual y Doris delante de el Gran Buda de Kamakura, Tokio (1986)

famosos yacimientos polimetálicos tipo Kuroko.

Durante mi decanato también se llevó a cabo un convenio con la Prefectura de Tokushima, que posibilitó la construcción, en esa provincia japonesa, de un museo similar al de La Plata. Fue un intercambio de calcos de piezas originales de nuestro Museo, por instrumental científico. El buen desarrollo del convenio permitió hermanar las ciudades de La Plata y Tokushima. El fuerte intercambio dio lugar a la visita del príncipe heredero Akishino y de la princesa Kiko, a quienes tuve el honor de recibir en el Museo. Los príncipes recorrieron todas las salas de exposición y demostraron, especialmente gran interés por conocer las culturas precolombinas y por la fauna pampeana. Luego de la visita al Museo

compartimos un asado en un club de rugby de La Plata, en donde el príncipe demostró sus cualidades de

eximio guitarrista. Son numerosos los recuerdos de mi gestión al frente de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata. Al hacerme cargo tuve una gran preocupación por el resguardo del patrimonio del Museo, ya que tenía muy presente el penoso suceso que produjo el incendio y la destrucción total del Teatro Argentino de La Plata. Nuestro antiguo y prestigioso Museo carecía de controles contra incendio, no contaba con personal de guardia especializado, y el edificio estaba muy deteriorado. El presupuesto universitario no era el adecuado y no contemplaba varios aspectos del Museo. Junto al Dr. Jorge Frangi, platense y de gran empuje, pudimos llamar la atención de autoridades, vecinos y empresarios de la región, para lograr la conformación de la Fundación Museo de La Plata "Francisco P. Moreno". Dicha Fundación que ya está pronta a cumplir 30 años de existencia, se mantiene vigente y colabora constantemente con su apoyo económico en la refacción y cuidado de las salas de exhibición, en la adquisición de equipos de control de incendios, así como el otorgamiento de becas para estudiantes y graduados.



Figura 7: Bienvenida al Museo de Ciencias Naturales de La Plata al Príncipe Heredero de Japón, Akishino y la Princesa Kiko (1990).



Figura 8: Junto a Intendente de la Plata, Pablo Pinto, Ángel Plastino, Rector de la UNLP y Manuel Sadosky, Secretario de Ciencia y Tecnología de La Nación. Centenario del Museo de La Plata (1988).

■ DOCTORADOS

No puedo dejar de nombrar a un numeroso grupo de tesis doctorales que he tenido el gusto de dirigir o de codirigir durante mi dilatada carrera como docente universitario y como investigador. Me tocó en suerte un grupo singular, dotado de gran capacidad y honestidad profesional; ellos son Raúl Fernández, actualmente subdirector del INREMI, Ricardo Etcheverry, Daniela Marchionni, Amelia Logan, Leandro Echavarría, Silvia Ametrano, Horacio Echeveste, Mabel Lafranchini, Diego Guido, Ramiro López, Pilar Moreira, Leduar Ramayo Cortéz, Sebastián Jovic, Mauricio González Guillot, Gerardo Páez, Remigio Ruiz. Además he codirigido a Eugenio Aragón, Luis del Río, Enzo Barone, María Canafoglia y María José González. A muchos de ellos, luego del doctorado, he tenido el agrado de dirigirlos durante los primeros años como investigadores del CONICET o CIC. Buena parte de los mencionados fueron fundadores o cofundadores de esa gran familia que es el INREMI. Hemos participado en numerosos proyectos nacio-

nales e internacionales, publicamos trabajos originales, siempre en disciplinas vinculadas con los recursos minerales, especialmente en mineralogía y metalogénesis y también desarrollamos trabajos aplicados para diversas empresas en programa de prospección, exploración minera y evaluación ambiental. Me enorgullece haber colaborado en formar los

grupos de trabajo que hoy día participan activamente como investigadores del sistema científico nacional o en la docencia universitaria. Algunos de ellos también ocupan u ocuparon cargos importantes en la conducción universitaria y otros se destacan como profesionales de jerarquía en la actividad privada. Sin duda he enseñado y he aprendido a la vez de todos ellos. Hoy día las distintas camadas de becarios y tesis que tengo el orgullo de haber dirigido, conducen a su vez a discípulos jóvenes. De esa forma se ha generando un nuevo ciclo en la formación de recursos humanos. A pesar de lo señalado aún mantengo la dirección y/o codirección de cinco investigadores del CONICET y tres becarios doctorales. En definitiva, es difícil negarse a colaborar con los jóvenes que tienen talento, gran entusiasmo, fuerte compromiso y sobre todo son excelentes personas.

■ CREACION DEL INREMI

Fue para mí muy relevante la fundación, en el año 1989, del Instituto de Recursos Minerales (INREMI),



Figura 9: Junto a Mario Teruggi y Conrado Bauer. Homenaje a Mario Teruggi y entrega de diploma de Profesor Emérito (1988).



Figura 10: Acto de entrega de Diplomas de Profesores Eméritos: Junto a Ing. Ferrari, Dres. Edgardo Roller, Alberto Res Gonzalez y Rosendo Pascual (1987).



Figura 11: Acto Creación del INREMI. Presidente de la CIC Ing. Néstor Bárbaro, Dr. Rosendo Pascual y Dr. Edgardo Roller.

que se creó con el apoyo de la UNLP, de la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires y del CONICET. Al inicio éramos muy pocos los integrantes. El INREMI se integró primariamente con docentes de la Cátedra de Geología de Yacimientos y algunos becarios. Los primeros directores fueron el Ingeniero Victorio Angelleli y la Dra. Milka K. de Brodtokorb. A partir de 1996 asumí como director. En sus inicios tuvimos dificultades, especialmente por falta de una sede propia. Sin embargo, luego de subsanar ese gran problema, el grupo de investigación se fue consolidando y acrecentando con la incorporación de nuevos investigadores, tesis y becarios. Ello posibilitó la ejecución de investigaciones relevantes, especialmente en temas metalogénicos, mineralógicos y ambientales. Muchos de los proyectos se realizan conjuntamente con la participación de investigadores de otros centros nacionales e internacionales. Se publican contribuciones originales y se desarrollan trabajos aplicados.

La formación de recursos humanos constituye uno de los principales objetivos. Cada año se van sumando nuevas generaciones de geólogos, asegurando de esa manera su continuidad y proyección en el tiempo.



Figura 12: Foto Grupal: colegas del INREMI y familia (2015).

La treintena de colegas que forman parte del INREMI son docentes en distintas asignaturas de la FCNyM de La Plata. Me enorgullece mencionar que la mayoría de los integrantes son reconocidos profesionales y/o investigadores del sistema científico nacional.

■ PREMIOS Y DISTINCIONES

A lo largo de mi carrera obtuve varios premios y distinciones, entre otros debo citar la medalla otorgada por la Universidad de Salamanca, al concluir mi tesis doctoral. Una de las distinciones que más me emocionaron fue el premio "Victorio Angellelli", otorgado por la Academia Nacional de Ciencias Exactas físicas y Naturales en Geología Económica (1997). Este premio es otorgado por la Academia cada siete años y lleva el nombre de mi maestro. Posteriormente la Secretaría de Ciencia y Tecnología y la Presidencia de la Nación me concedió el premio Bernardo Houssay, como Investigador Consolidado en Ciencias de la Tierra del Agua y de la Atmósfera (año 2003). Disfruté mucho esa distinción. También he recibido el reconocimiento al Mérito Científico de la Cámara de Diputados de la Nación (2004). Más tarde, la Cámara de Senadores de la provincia de Buenos Aires me otorgó el premio al Mérito Científico en Geología (2013). Asimismo tengo gran satisfacción por haber sido designado Miembro Honorario de la Asociación Geológica Argentina y de *Fellow de la Society of Economic Geologists*. Sin duda fue muy grato recibir la nominación de Profesor Emérito de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la UNLP en el año 2009 y la designación como Graduado Ilustre de la Universidad de La Plata, por resolución del Consejo Superior de citada universidad en 2010. En otro orden, también valoro mucho el haber sido elegido padrino de promoción de los estu-

diantes de la carrera de geología en varias ocasiones, así como de los graduados al cumplir sus 25 de profesión.

■ REUNIONES CIENTÍFICAS

Durante mi actividad profesional y académica he llevado adelante reuniones científicas para comunicar los avances de la geología en sus diversas disciplinas. En el año 1987 presidí las Primeras Jornadas regionales sobre el Medio Ambiente, que se llevaron a cabo en la ciudad de La Plata. Estas jornadas se prolongaron durante varios años con la participación de académicos, profesionales de distintas orientaciones, autoridades provinciales y nacionales, además de estudiantes y pobladores de la región, preocupados por el medio ambiente. En el año 1988 la Asociación de Geólogos Economistas me designó para presidir el Tercer Congreso de Geología Económica, que fue realizado en la ciudad de Olavarría. A pesar de los graves problemas originados por la hiperinflación, tuvo buena concurrencia y alta participación. Se pudieron editar las actas de los numerosos trabajos. El acompañamiento del Dr. Manuel Sadosky fue muy bien valorado ya que posibilitó un fluido intercambio con colegas de diferentes orientaciones. La Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires me convocó para participar en la organización y presidir las Terceras Jornadas Geológicas de la provincia de Buenos Aires, que tuvo lugar en la ciudad de La Plata en el año 1992. Esa reunión permitió el análisis de diversos problemas geológicos y ambientales del territorio provincial, con destacados participantes. La clase magistral estuvo a cargo del Dr. Mario Terruggi, quien fuera el maestro de casi todos los colegas asistentes. En el año 1992 las Dras. Milka K. de Brodtkorb y Silvia Ametrano me invitaron a promover

las primeras Jornadas de Mineralogía y Metalogenia. Esta primera reunión se realizó en el Museo de La Plata, posteriormente se llevaron a cabo otras reuniones en diferentes universidades. En el año 2002, nuevamente participé en la organización de un nuevo evento en el Museo, esta vez con una amplia participación de destacados especialistas de nuestro país e investigadores de Alemania, Austria, España, Estados Unidos, Chile, Brasil y Ecuador. Fui editor de un tomo especial, junto a M.K. de Brodtkorb y R. Etcheverry. Las jornadas se transformaron con el tiempo en congresos trianuales y son muy concurridos por la mayor parte de los investigadores argentinos que cultivan esa disciplina. Junto a Milka K. de Brodtkorb y otros colegas sigo formando parte de la organización en calidad de miembro permanente.

En el año 2005 la Asociación Geológica Argentina me designó Presidente del Comité Ejecutivo del XVI Congreso Geológico Argentino, que se llevó a cabo en la ciudad de La Plata. Fue una honrosa distinción por parte de los miembros de la AGA. Hubo una multitudinaria asistencia de colegas argentinos y también de destacados científicos provenientes de diversos países que participaron en diferentes simposios. La ciudad de La Plata se vio colmada de geocientíficos y también de estudiantes de casi todas las universidades del país y delegaciones de Chile, Bolivia y Brasil. La clase magistral en este XVI C.G.A. estuvo a cargo del Dr. Rosendo Pascual quien nos brindó una magnífica exposición sobre "implicancias de la nueva geología". Entre los años 2006-2008 fui designado por la *Society of Economic Geologists* como Vice Presidente para América del Sur y América Central. Por ello participé en la organización de varios simposios y reuniones que tuvieron lugar en las ciudades de Lima (Perú),

Santo Domingo (República Dominicana), Guanajuato (México) y Belo Horizonte (Brasil).

■ CONSIDERACIONES FINALES.

La geología me ha brindado muchas satisfacciones. Me ha permitido cosechar amigos, conocer el territorio argentino, recorrer diversas geografías, observar bellos paisajes y analizar la geología de distintos países, en distintos continentes. Los avances de la geología

fueron muy gratificantes para mí ya que me estimularon a seguir estudiando en forma continua durante casi 50 años, luego de egresado. De esa manera he procurado estar actualizado frente a los alumnos y las distintas generaciones de geólogos. Mantuve siempre la idea de trabajar en equipo, ello me ha permitido formar grupos que continúan aportando a la ciencia geológica excelentes contribuciones, especialmente en el campo de la mineralogía, petrología y metalogenia. He apoyado siempre

la ejecución de estudios básicos y aplicados. Estoy convencido que la economía del mundo requiere para este tercer milenio, un cambio fundamental; cada vez más nos debemos centrar en el valor conocimiento, la información y la innovación científica y tecnológica. Por ello, como geólogo considero debemos observar, cada vez con mayor detenimiento a nuestro viejo planeta, utilizar nuevas herramientas y tecnologías para ampliar nuestro conocimiento y seguir buscando los secretos de las grandes profundidades marinas, de los cráteres de los volcanes activos, indagar sobre la composición y los movimientos del interior de la tierra, evaluar los recursos naturales y prepararse para afrontar el problema del cambio climático global. Tenemos que multiplicar los esfuerzos, el mundo actual enfrenta, entre otros problemas, el ahorro de recursos tanto renovables como no renovables, teniendo presente que algunos pueblos aspiran legítimamente a obtener un mayor nivel de vida y otros que no están dispuestos a renunciar a los niveles de bienestar y consumo alcanzado.

Quiero expresamente agradecer al Dr. Víctor Ramos por haberme invitado generosamente a escribir esta reseña. No puedo dejar de reconocer a todos los integrantes de INREMI, en sus distintos grados de ocupaciones, por generar un entusiasta y cálido ambiente de trabajo y camaradería que nos enriquece y nos fortalece. No debo dejar de mencionar que mi vida plena como Geólogo e Investigador Científico no hubiera sido posible sin el constante apoyo de Doris, mi esposa, que me acompaña desde sus 18 años, y a mis hijos Santiago y Fabio que se aguantaron y me siguen alentando para seguir adelante,



Figura 13: Yacimiento de Hierro Unchimé. Salta (2015)).



Figura 14: Región de Antofalla, Catamarca. Junto a Miguel Azarevich y Esteban Luna (2015).

■ REFERENCIAS

Se incluye un listado bibliográfico resumido pero indicativo de las investigaciones realizadas durante mi actuación como investigador.

■ BIBLIOGRAFÍA

- Schalamuk, I., (1970). "Contribución al conocimiento de los fosfatos de C. Blanco, Tanti, Provincia de Córdoba, República Argentina". Revista de la Asociación Geológica Argentina, Tomo XXV, Nº 1. (121-137).
- Angelelli, V.; I. Schalamuk y A. Figini, (1971). "Las alunitas de los distritos cupríferos de La Mejicana y Los Bayos, La Rioja, República Argentina". Revista de la Asociación Geológica Argentina, Tomo XXVI, Nº 1. (91-100).
- Angelelli, V.; M. Brodtkorb; I. Schalamuk y H. Nicolli, (1973). "Estudios sobre blendas argentinas". Revista de la Asociación Geológica Argentina, Tomo XXVIII, Nº 3. (275-291).
- Angelelli, V.; I. Schalamuk y J. Cagnoni, (1974). "La Rodocrosita del yacimiento cuprífero de Capillitas, Depto Andalgalá, Pcia. de Catamarca. República Argentina". Revista de la Asociación Geológica Argentina, Tomo XXIX, Nº 1. (105-127).
- Schalamuk, I. y H. Nicolli, (1975). "Hallazgo de Nagyagita en Farrallón Negro, Provincia de Catamarca, República Argentina". Revista de la Asociación Geológica Argentina, Tomo XXX, Nº 4. (384-387).
- Schalamuk, I.; V. Angelelli y T. Palacios, (1978). "Mineralización del distrito argentífero Cerro Negro-Mina La Peregrina" y otras. Fatina, Depto. Chilecito, La Rioja, Argentina". Rev. Museo de La Plata. Tomo IV. (103-118). Obra del Centenario del Museo de La Plata.
- Brodtkorb, M. y Schalamuk, I., (1981). "Yacimientos Minerales en sedimentos Jurásico-Cretácicos de Argentina". Comité Sudamericano del Jurásico y Cretácico. Cuencas Sedimentarias. Vol 2. Buenos Aires.
- Schalamuk, I.; R. Fernández y R. Etcheverry, (1983). "Los Yacimientos No Metalíferos y Rocas de Aplicación de la Región del NOA (Provincias de Catamarca, Jujuy, La Rioja, Salta y Tucumán)". Anales XXI. (5-196). Secretaría de Estado de Minería. Ministerio de Economía de la Nación.
- Schalamuk, I.; L. Dalla Salda; V. Angelelli; R. Fernández y R. Etcheverry, (1983). "Rocas Máficas y Ultramáficas de las Sierras de Ancasti. Petrología y Mineralización". Müntersche Forschungen zur Geologie und Paleontologie 59 Munster. Alemania. (111-136).
- Brodtkorb, M.; Schalamuk, I. y Ametrano, S., (1989). "Barite and Celestite orefields of Argentina". En Non Metalliferous stratabound deposits (ed) M.K. Brodtkorb Van Nostrand, New York.
- Schalamuk, I.; Fernández, R. y Arrospide, A., (1989). "Recursos Minerales de América del Sur. Procesos Metalogénicos". Serie Correlación Geológica Nº 2. Instituto Lillo - Universidad de Tucumán. Tomo V. (pp 151-211).
- Brodtkorb, M.; I. Schalamuk; S. Ametrano; R. Fernández y R. Etcheverry, (1990). The barite deposits of Canota, Argentina. En: Stratabound ore deposits in the Andes, Fontboté et al. (ed) G.C. Amstutz. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. (193-197).
- Schalamuk, I.; A. Toselli; J. Saavedra; H. Echeveste y R. Fernández, (1990). "Geología y Mineralización del sector Este de la Sierra de Mazán, La Rioja, Argentina". (AMPS). Asoc. Min. Petrol y Sed., t. 21 Nº 1-2 (pp. 63-80).
- Schalamuk, I. y R. de Barrio, (1993). "Recursos Minerales de Argentina". En "Elementos de Política Ambiental". Publicación especial de la Honorable Cámara de Diputados de la provincia de Buenos Aires. (143-174).
- Schalamuk, I. and Logan, M. A., (1994). "Polymetallic Ag-Te bearing paragenesis of the Cerro Negro district, Famatina range, La Rioja, Argentina". Canadian Mineralogist, 32: 667-681.
- Schalamuk, I.B.; Ríos, F.J.; Fuzikawa, K.; Pimenta, M.A., (1995). "Fluid inclusion studies in epithermal auriferous-quartz deposits of Macizo del Deseado, Santa Cruz, Argentina". XIII ECROFI Conference (European Current Research on Fluid Inclusions). Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía. 18: 220-231. Barcelona.
- Arribas Jr, A; Schalamuk, I.B.; de Barrio, R.; Fernández, R. e Itaya, T., (1996). "Edades radiométricas de mineralizaciones epitermales auríferas del Macizo del Deseado, Provincia de Santa Cruz, Argentina". XXXIX Congreso Brasileiro de Geología. IGCP Proyecto No 342. Age and isotopes of South American Ores, Annais, vol.7: 254-259. Salvador, Bahía.
- Brodtkorb, M.; Schalamuk, I.; Mar-

- cos, O. y Sardi, F., (1996). "Mineralización del Sistema de Famatina". Munstersche Forschungen zur Geologie und Paleontologie. Eds. H. Miller. (pp 114-130).
- Schalamuk, I.B.; Zubia, M.; Genini, A. and Fernández, R., (1997). "Jurassic epithermal Au-Ag deposits of Patagonia, Argentina". *Ore Geology Reviews* . V.12. (3: 173-186).
- Brodtkorb, M. K. de y B. I. Schalamuk, (1999). "Yacimientos de cobre y oro de la Sierra de Famatina, La Rioja". *Recursos Minerales de la República Argentina* (Ed. E. O. Zappettini), Instituto de Geología y Recursos Minerales SEGEMAR. Anales 35, II: 1659-1663. Buenos Aires.
- Schalamuk, I.; Echeveste, H.; Etcheverry, R. y Ametrano, S., (1999). "Metalogénesis del yacimiento de oro-plata -epitermal de baja sulfuración- "Manantial espejo", Macizo del Deseado, Provincia de Santa Cruz." *Anales de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 50: 217-236.
- Schalamuk, I. B. y M. K. de Brodtkorb, (1999). "El yacimiento cobalto-aurífero King Tut". *Recursos Minerales de la República Argentina* (Ed. E. O. Zappettini), Instituto de Geología y Recursos Minerales SEGEMAR. Anales 35, II: 1665-1671. Buenos Aires.
- Schalamuk, I. B., R. E. de Barrio, M. A. Zubia, A. Genini y H. Echeveste, (1999). "Provincia auroargentífera del Deseado, Santa Cruz". *Recursos Minerales de la República Argentina* (Ed. E. O. Zappettini), Instituto de Geología y Recursos Minerales SEGEMAR. Anales 35, II: 1178-1188. Buenos Aires.
- Logan, V.; Brodtkorb, M. & Schalamuk, I., (2000). "Minerals Deposits associated With Submarine Volcanism of Argentina". In Sherlock, R. and M. V. Logan (Eds) *Volcanogenic Massive Sulfide Deposits of Latin America*. Geological Association of Canada, Minerals Deposits Division. Special Publication N° 2, V: 543-565.
- Impiccini, A.; Schalamuk, I.; Franchini, M. & Meinert, L., (2001). "Lateral and vertical variations of clay Minerals in the Campana Mahuida Porphyry Cu Deposits, Neuquén, Argentina". *Hidrothermal Odyssey*. EGRU Contribution, V. 59: 96-101. Australia.
- Schalamuk, I. & Avila, J., (2001). "La Minería del oro en Argentina". En: Espi, J:A: (Ed) *La Minería del oro en Iberoamérica*. CyTED. 193-212. España.
- Schalamuk, I.; de Barrio, R.; Zubia, M.; Genini, A. y Valvano, J., (2002). "Mineralizaciones auroargentíferas del Macizo del Deseado y su encuadre metalogénico, provincia de Santa Cruz". XV Congreso geológico Argentino, Relatorio IV-1: 1-35. El Calafate, Santa Cruz.
- Schalamuk, I. y de Barrio, R., (2002). "Ordovician mineralizations in Argentina". En Aceñolaza, F. (Ed) *Aspects on the Ordovician System of Argentina*. INSUGEO, Serie Correlación Geológica, 16: 347-360. Tucumán.
- Franchini, M.; López- Escobar, L.; Schalamuk, I. y Meinert, L., (2003). "Magmatic characteristics of the paleocene Cerro Nevazón region and other late cretaceous to early tertiary calc-alkaline subvolcanic to plutonic units in the Neuquén Andes, Argentina". *Journal of South American Earth Sciences* 16: 399-421. Ed. Elsevier.
- Echavarría, L. E.; Schalamuk, I.B. y Etcheverry, R. O., (2005). "Geological and tectonic setting of Deseado Massif epithermal deposits, Argentina, Based on El Dorado – Monserrat". *Journal of South American Earth Sciences* 19: 415-432. Editorial Elsevier.
- Fernández, R.; Schalamuk, I. y Ometto, P., (2005). "Composición del rutilo como indicador de las condiciones de formación del greisen del Distrito Mazán (Sn-W), provincia de La Rioja". *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 60 (1): 259-267. Editorial Asociación Geológica Argentina, ISSN: 0004-4822.
- Schalamuk, I.; de Barrio, R. y Del Blanco, M., (2008). "Late Cenozoic Mineral Resources of Argentine Patagonia". En: *The Late Cenozoic of Patagonia and Tierra del Fuego*. Editor J.Rabassa. Elsevier Publishing. 23: 485-496.
- Schalamuk, I., Marchionni, D. y Ciccioli, S., (2009). "Rocas Ornamentales de Argentina. Su Potencialidad". En: F.A.R.O. *Formazione Avanzata del Settore delle Rocce Ornamentali e delle Geolaborazioni*. R. Bruno y S. Focaccia (Eds.), Asterisco Edizioni. Italia. Pp. 358-373.
- Marchionni, D. y Schalamuk, I., (2010). "Aplicación de la teledetección espacial óptica y de radar para el análisis geológico y la detección de áreas mineralizadas en el sector central del Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz, Argentina". *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 66 (4): 594-609.

- Jovic, S. M., Guido D. M., Schalamuk, I. B., Ríos, F. J., Tassinari, C., Recio, C., (2011.) "Pingüino In-bearing polymetallic vein deposit, Deseado Massif, Patagonia, Argentina; characteristics of mineralization and ore-forming fluids". *Mineralium Deposita* 46: 257-271. ISSN 0026-4598.
- Jovic, S. M., Guido D. M., Melgarejo J. C., Páez, G. N., Ruiz, R., Schalamuk, I. B., (2011). "The indium-bearing minerals of the Pingüino polymetallic vein system, Deseado Massif, Patagonia, Argentina". *The Canadian Mineralogist* 49: 931-946. ISSN: 0008-4476.
- Páez, G.; Ruiz, R.; Guido, D.; Jovic, S. y Schalamuk, I., (2011). "Structurally controlled fluid flow: High grade silver ore-shoots in Martha epithermal mine, Deseado Massif, Argentina". *Journal of Structural Geology* 33: 985-999. ISSN: 0191-8141.
- Moreira P., Fernández R., Hervé F., Fanning M., Schalamuk I. (2013). Detrital zircons U-Pb SHRIMP ages and provenance of La Modesta Formation, Patagonia Argentina. *Journal of South America Earth Science*. Editorial: Pergamon-Elsevier Science. Volumen: 47. 32-46. ISSN: 0895-9811.

MARIO ALBORNOZ

por Lucas Luchilo



Conocí a Mario en 1986. Los dos formábamos parte del equipo de gobierno del Rector Oscar Shuberoff en la recién normalizada Universidad de Buenos Aires. En el principio de la gestión, el Consejo Superior se reunió en el albergue de la UBA en Villa La Angostura, para discutir el programa para los cuatro años de gobierno. Hacia el fin de la fría tarde del segundo día de reunión, Mario presentó el plan de ciencia y tecnología que proponía llevar adelante. Para mí –y para muchos de los participantes a la reunión– esa presentación fue deslumbrante. Era la primera vez que escuchaba y entendía qué era una política pública en un área específica. Y creo que para el resto de los participantes la experiencia fue similar. Lo que la presentación de Mario traía a la universidad era un modo de pensar y de llevar adelante la política científica que contrastaba con las formas consuetudinarias de la organización de la investigación académica en las universidades argentinas –y no solamente en ellas–.

En su gestión como secretario de Ciencia y Técnica de la UBA entre 1986 y 1994 Mario desplegó varios de sus talentos. Ya había mostrado solvencia técnica y comunicativa en la elaboración y en la presentación del plan. A lo largo de los años siguientes consiguió traducir los

objetivos del plan en realizaciones concretas y, en el camino, ampliar y sofisticar el diseño original. Al final de su gestión, la UBA tenía un programa sistemático, comprensivo y actualizado de política científica. Era un programa que había consolidado instrumentos de apoyo a la formación en la investigación –para el posgrado y también para el grado–, otorgaba subsidios para proyectos, había definido programas prioritarios, y contaba con dispositivos para la transferencia de los resultados de la investigación y de estímulo para la producción científica. Además, el programa comprendía diferentes instancias de divulgación científica –como el apoyo a los museos de ciencia– un programa de financiamiento para viajes, y el desarrollo de sistemas de información que permitían saber cuáles eran las capacidades con las que contaba la universidad y cómo se invertía el presupuesto.

Además de una trama normativa

y de unos procesos de gestión, quedó una cultura incorporada por los investigadores –viejos y nuevos– y en los equipos de gestión de las facultades y, también, de otras universidades nacionales. Las resoluciones cuidadosamente redactadas por Mario y democráticamente discutidas, distribuidas por fax –todo esto empezó en 1986– y socializadas en las reuniones de secretarios de ciencia y técnica de universidades nacionales, fueron la base de las políticas de investigación universitarias en los años siguientes –y todavía hoy–.

El éxito de esta empresa dependió decisivamente de la capacidad de Mario para combinar un sofisticado conocimiento del campo de la política científica, una disposición a integrar intereses y perspectivas de los diferentes actores universitarios sin vulnerar los criterios fundamentales de su programa, y una gestión innovadora y eficiente. Sirva de ejemplo la puesta en marcha de las políticas de transferencia y vinculación en la UBA de fines de la década de 1980, que requirieron un arduo trabajo de convencimiento y de superación de prejuicios y, también, de objeciones fundadas. Implicaron, además, la elaboración de un andamiaje normativo, y la creación de organizaciones, primero más convencionales –una dirección de Convenios y Transferencia de Tec-

nología–, luego más innovadoras – UBATEC–.

Una similar combinación de virtudes intelectuales y prácticas presidió el desarrollo de la siguiente creación institucional que lo tuvo como animador, la Red Iberoamericana de Indicadores en Ciencia y Tecnología (RICYT). Atento a las tendencias del momento en la política científica, Mario introdujo en la región la cuestión de los indicadores de ciencia y tecnología. Pero no solamente como una cuestión de interés teórico, sino a través de un ambicioso proyecto de creación de una red orientada a promover la construcción de indicadores científicos y tecnológicos, de sistematizarlos y de difundirlos de manera regular, con una edición cuidada. Para llevar adelante el proyecto de la RICYT, Mario fue resolviendo los desafíos técnicos, políticos, organizativos y financieros que se presentaban, con un paciente trabajo de creación y de consolidación de capacidades. A diferencia de muchos proyectos de ambición regional, la RICYT tuvo siempre un financiamiento exiguo y su éxito dependió de los compromisos entre los integrantes de la red: representantes de los organismos de ciencia y tecnología de los países iberoamericanos, especialistas en el campo de los indicadores de ciencia y de innovación, organismos internacionales y un equipo de coordinación muy eficaz.

La RICYT se ha constituido como un ámbito de producción y de sistematización de estadísticas de la ciencia, de coordinación y de capacitación entre representantes de oficinas nacionales de ciencia y tecnología, de producción intelectual

original y de intercambio entre especialistas e interesados en las políticas de ciencia y tecnología de toda la región y del mundo. Todo esto, en una región –y en un país– en el que los proyectos cooperativos son la excepción antes que la regla.

Las iniciativas de Mario no se agotan en estos dos grandes emprendimientos. Además, lideró la creación de centros de investigación –en particular, del Centro REDES– y del Observatorio Iberoamericano de Ciencia, Tecnología y Sociedad de la OEI. Ha sido un infatigable promotor de carreras de posgrado en políticas de ciencia y tecnología y temas afines. Creó y dirige la principal revista científica en español en su campo de especialidad. Creó y dirigió varias colecciones de libros. Ha formado discípulos, dirigido y participado en muchos proyectos de investigación, asesorado a gobiernos y organismos internacionales, y participado en numerosos congresos y reuniones nacionales e internacionales.

Más allá de la cantidad y diversidad de las actividades que lo han tenido como protagonista, en la trayectoria de Mario creo advertir una unidad de propósito y de concepción, guiada por un conjunto de valores y de características personales, y por un estilo original. Los valores y características personales resultan obvios para los que hemos compartido unos cuantos emprendimientos con él: rigor intelectual, honestidad, tenacidad, curiosidad, amplitud de miras, generosidad, coraje, sentido del humor. Sobre el estilo, si algo lo caracteriza es la búsqueda de los equilibrios o, mejor dicho, de las

combinaciones virtuosas entre facetas difíciles de integrar.

¿Cómo se integran las perspectivas y disposiciones intelectuales del investigador con la acción política y la gestión? ¿Cómo se pueden compartir señas de identidad de la comunidad científica y, al mismo tiempo, se la puede mirar desde fuera? ¿Cómo se puede tener una visión informada de las tendencias globales contemporáneas en las políticas de ciencia y tecnología, y, al mismo tiempo, tomar distancia de las modas y entender cómo esas tendencias pueden expresarse de la manera más productiva en los países de nuestra región? ¿Cómo se pueden integrar personas con visiones, funciones e intereses muy diversos en proyectos comunes –sin que el financiamiento sea el principal factor aglutinante–? ¿De qué manera se puede conciliar una visión sistémica de las políticas con el reconocimiento de los límites de esa visión?

Muchas pistas para contestar estas preguntas pueden encontrarse en varias de las iniciativas que Mario animó y anima, en los libros, artículos e informes que escribe, en las clases que dicta o en sus múltiples intervenciones en reuniones especializadas. Tal vez la clave de su estilo o su enfoque resida en la rara capacidad de atender a la diversidad sin perder la guía de la relevancia. Esta capacidad de conocer y apreciar la variedad de factores que intervienen en un proceso y, al mismo tiempo, distinguir lo que es más importante y lo que resulta accesorio, a esta altura de su trayectoria tiene un lindo nombre: sabiduría.

LA GESTIÓN, ENTRE LA TEORÍA Y LA EXPERIENCIA

Palabras clave: política científica, sociología de la ciencia, gestión de la ciencia y la tecnología, indicadores, innovación, ciencia y sociedad, universidad, desarrollo.
Key words: science policies, science sociology, management of science and technology, indicators, innovation, science and society, university, development.

■ Mario Albornoz

Centro REDES
Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la
Tecnología y la Sociedad, de la OEI

albornoz@ricyt.org

Di muchas vueltas -lo sabe muy bien Miguel Blesa- antes de aceptar escribir la reseña de mi vida profesional. Un poco de pudor, de dudas acerca del valor de lo que podría relatar y la dificultad para optar entre aquellos recuerdos que configurarían un retrato ejemplar y aquellos otros de los que dudo e incluso me arrepiento, me frenaron una y otra vez a escribir este relato. Al decirme a hacerlo, he tratado de no incurrir en el intento de construir idealizaciones que son, a la postre, mucho menos interesantes que la realidad misma.

Me decidí a escribir la reseña al tomar en cuenta que, por una mera circunstancia de edad, mi vida profesional ha coincidido en gran medida con la de la política científica de las últimas décadas en el país y eso me decidió a intentar situarme en el lugar del testigo para escribir sobre aquello que vi, reconociendo que en las propuestas y en las búsquedas de los años en los que tuve que actuar no sólo hubo aciertos sino también errores y que éstos a su vez tuvieron incidencia en el devenir de los hechos. Por eso, creo que el mejor homenaje que puedo rendir a quienes me formaron y me acompañaron es ubicar sus indagaciones y esfuerzos en un contexto concreto y contradictorio.

Al revisar mi trayectoria me veo en la necesidad de aclarar que no me considero un investigador devenido en gestor, sino un investigador de la gestión y de las políticas, que interviene en ellas. Un rasgo típico de la gestión, tal como la he vivido, ha sido que las acciones y proyectos que he desarrollado han respondido a marcos teóricos, en evolución, sobre la práctica científica y que esa relación bidireccional entre la práctica y el conocimiento de la política científica como objeto de estudio marcó mi carrera, tanto como gestor, como investigador. La gestión de la ciencia fue para mí algo así como mi laboratorio de experiencias.

■ EL CONACYT

El encuentro con la política científica fue un hecho fundamental en mi vida, que se produjo casi por casualidad, como muchos otros acontecimientos que modularon en gran medida mi historia personal. A finales de 1968, recién graduado en filosofía, me ganaba la vida como ayudante en una materia, enseñando la filosofía de Kant, escribiendo comentarios bibliográficos en un periódico y hasta algún cuento en revistas cuyas puertas el escritor y generoso amigo Eduardo Gudiño Kieffer me ayudaba a abrir. Más prosaicamente, también atendía la ofi-

cina de prensa de una asociación de productores agropecuarios. Pero en diciembre de aquel año fui contratado en la Secretaría del recién creado Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, el CONACYT, que habría de tener una trayectoria de pocos años. Eran tiempos del gobierno de Onganía, lo que equivale a decir que, como tantas veces en aquel siglo, la democracia había sido interrumpida por un golpe militar. El CONACYT contaba con una Secretaría (la SECONACYT), cuyo primer Secretario fue Alberto Taquini. Tenía un Consejo Asesor Nacional (CAN), del cual Bernardo Houssay era el Presidente y Carlos Mallman, por entonces en la Fundación Bariloche, el Secretario.

En el contexto de aquel gobierno militar, el edificio del Congreso de la Nación estaba en desuso y disponible para otros ocupantes. El ala del Senado era ya la sede del Consejo Nacional de Seguridad y muy pronto la Secretaría del CONACYT se instaló en el ala de los diputados. No fui contratado como experto, sino que era lo más parecido a un becario que tuvo la oportunidad de hacer un aprendizaje en la gestión de la política científica, un tema que gracias al impulso de organismos como UNESCO y OEA estaba por entonces en la agenda de los

países de América Latina. Poco a poco la Secretaría se fue poblando y se fueron formando equipos de trabajo que me abrían mundos sorprendentes. Dos en particular, influyeron mucho en mi trayectoria posterior: uno de ellos era un anticipo de mi dedicación a los indicadores de ciencia y tecnología. El otro, un ejercicio de sociología de la ciencia aplicado al estudio sobre la migración de científicos y tecnólogos.

■ LAS ESTADÍSTICAS DE LA CIENCIA

Como recuerda Francisco Sagasti¹, en América Latina la preocupación por las estadísticas de ciencia y tecnología se inició en la segunda mitad del decenio de 1960, a partir de la Primera Conferencia para la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología (CASTALA), convocada por UNESCO. El interés por los aspectos cuantitativos de la actividad científica no era un rasgo aislado, sino que formaba parte de una propuesta metodológica global elaborada por UNESCO con el propósito de impulsar la política científica en los países en desarrollo. En la visión del organismo, todos ellos debían desarrollar un sistema institucional de la ciencia y la tecnología capaz de desempeñar determinadas funciones, entre las que sobresalía con énfasis la planificación. Esa propuesta estaba basada en la ilusión de que era posible alcanzar la industrialización en un camino sin escalas, a partir de la planificación, siguiendo el ejemplo de los países socialistas. En el caso argentino, aquel modelo resultaba adecuado a los tiempos, ya que confundir la política con la planificación es algo propio de la tecnocracia y aquel gobierno era un gobierno de tecnócratas. Las restantes funciones que el sistema debía cumplir eran las típicas de las estructuras de gestión y se referían a la coordinación necesaria para el establecimiento del programa y para

su funcionamiento. La promoción, por ejemplo, tenía por objeto crear las condiciones necesarias para la realización de los objetivos, otorgando recursos y verificando los resultados. La ejecución consistía en la realización concreta y práctica de las investigaciones. El problema que surgía inmediatamente era el quién debía establecer los objetivos de la investigación. ¿Correspondía esto a los científicos o al gobierno? En aquellos años por primera vez se instalaba la idea de las “prioridades” fijadas desde la política y no surgidas desde la propia comunidad científica. Fui testigo del malestar de muchos investigadores frente a esa palabra maldita que, pese a ello, había llegado para quedarse.

En la Secretaría del CONACYT se adoptó el modelo de “sistema” propuesto por UNESCO. En mi experiencia personal, lo que me resultó más novedoso fue la utilización de las estadísticas de la ciencia como instrumento de diagnóstico. Si bien para la UNESCO se trataba de una herramienta auxiliar de la planificación, hacía muy pocos años que, en un plano más teórico Derek de Solla Price² había abierto el campo de la “cienciometría” con sus trabajos aplicados a la sociología y a la historia de la ciencia, en los que cuantificaba la evolución secular de la comunidad científica y reconstruía las redes de colaboración entre los investigadores a partir de sus intercambios y de las publicaciones conjuntas. En la doctrina tradicional de UNESCO, el tema tenía un interés más práctico, pero sus aplicaciones podían ser similares. La planificación requería, no solamente la elección de los objetivos, sino estar basada en una evaluación de la “situación real” de la investigación en el país. Para ello se recomendaba hacer una gran encuesta nacional destinada a disponer de un “inventario del potencial científico y

tecnológico”. Entre 1963 y 1966 la Oficina de Estadísticas de UNESCO desarrolló el Manual de Estadísticas que con el tiempo habría de confluir con el Manual de Frascati de la OCDE.

La Secretaría del CONACYT se había transformado en un laboratorio de aplicación de las metodologías de UNESCO. Un equipo liderado por Alberto Aráoz, que coordinaba en el Instituto Di Tella un programa de política tecnológica, realizó el primer inventario del potencial científico y tecnológico de Argentina³. Se trató de una encuesta a todos los grupos de investigación del país, tanto públicos como privados. Entre estos últimos, la Fundación Bariloche y el propio Instituto Di Tella ocupaban un lugar relevante. El resultado de aquel primer relevamiento fue muy valioso y constituyó la primera base informativa sólida sobre recursos humanos, equipamiento y líneas de investigación con los que contaba el país. Según el inventario, en 1969 existían en el país 961 institutos de investigación⁴. De los 961 institutos detectados, la mayor parte correspondía a las ciencias médicas: el 28,7% (276 institutos). Las ciencias exactas y naturales absorbían el 24,7% (237 institutos). Contemplando la distribución por regiones, en la Metropolitana y Pampeana se concentraba el 57,5% de los institutos. En cuanto al personal científico, el total registrado ascendía a 31.360 personas (32,9 en promedio por instituto). De este número, el total de investigadores era de 13.036 (13,3 por instituto). Con dedicación exclusiva figuraba sólo el 36% de aquel total: 10.817, que representaban el 11,3% del total. Teniendo en cuenta que han transcurrido casi cincuenta años, aquellas cifras resultan consistentes con los datos actuales.

■ SOCIOLOGÍA DE LA CIENCIA

El otro equipo de trabajo en el que participé fue el que dirigía el sociólogo Francisco “Pancho” Suárez, a quien considero todavía hoy como uno de mis principales maestros⁵. Saltar de la abstracción de la razón pura al minucioso empirismo sociológico de Suárez fue un ejercicio fascinante. El tema que el grupo bajo su dirección analizaba era el *brain drain*; esto es, el éxodo de científicos y tecnólogos. No deja de ser una paradoja que el mismo gobierno que había provocado la “noche de los bastones largos” tratara de conocer las causas de la migración. El enfoque de Suárez, sin embargo, iba más allá de las circunstancias políticas particulares y buscaba razones de tipo estructural relacionadas con las formas de inserción de los investigadores en la sociedad, los estilos de realización personal y profesional, los rasgos típicos del país, el lugar que la sociedad en sus distintos estamentos otorga a la ciencia y el perfil productivo predominante. Suárez enfatizaba la importancia de los contextos al analizar los fenómenos, tanto los contextos más próximos, vinculados con el “sistema interno” de cada profesión o disciplina, en el caso de la comunidad científica, por ejemplo, como con el “sistema externo”, en una amplitud variable desde las condiciones propias del país hasta las de ámbito internacional.

El modelo de Suárez formaba parte de la tensión entre “industrialización y modernización” que se debatió en aquellos años en torno a la teoría del desarrollo. Algunos autores criticaban la teoría de la modernización, atribuyéndole la idea básica de considerar al desarrollo como un proceso evolutivo siguiendo el modelo ideal de las sociedades más avanzadas. Sunkel y Paz⁶, por ejemplo, definían los esfuerzos de modernización como un conjunto de programas para “el desarrollo

de la comunidad, la racionalización de la administración pública, los esfuerzos por introducir la preocupación por la productividad en las empresas y, en general, el hincapié en la racionalización o modernización, en el sentido de los valores, actitudes, instituciones y organizaciones de las sociedades desarrolladas”. No muy diferente a lo que hoy se puede atribuir a la noción de “innovación social”. Pero si bien es cierto, en el caso de Suárez, que su concepto de modernización incluía pautas como las que atribuían Sunkel y Paz a los modernizadores, también incluía otras, como la democracia participativa, que no siempre era bien valorada por algunos desarrollistas seducidos por los modelos “bonapartistas”.

En la mirada de Suárez la diferencia iba aún más allá, ya que el modelo le permitía distinguir entre “tipos” y tendencias de países y reconocer así trayectorias diferentes entre países en desarrollo. No eran iguales los desafíos que debía afrontar un país “más industrializado que modernizado”, como el Brasil de la época, que los de un país “más modernizado que industrializado”, como podría haber sido Argentina en su visión. Mientras que en el primero la baja modernización relativa era la causa de un déficit de recursos humanos bien capacitados, en el segundo la baja industrialización relativa era una de las causas posibles de la migración de sus profesionales bien formados, a los que el sistema económico no permitía dar empleo en condiciones adecuadas. Por lo tanto, los senderos eran diferentes: los grandes programas de formación de recursos humanos que puso en práctica Brasil a partir de los años sesenta respondían a una necesidad estructural. En cambio, para Argentina, mejorar su industrialización era una condición necesaria para mantener y acrecentar la calidad de vida “moderna”. Este enfoque po-

nía, así, sobre la mesa la idea de no hay caminos únicos y que cada país debe desarrollar la capacidad de reflexionar sobre sus capacidades, sus desafíos y sus oportunidades. Era un rasgo central del pensamiento de Suárez la tensión entre lo imitativo y lo idiosincrásico. Por mi parte, incorporé fuertemente estas ideas y todavía hoy creo firmemente en ellas, ya que los años me permitieron analizar procesos similares en contextos diferentes y apreciar que en realidad los contextos transfiguran su sentido.

Había además otros elementos contextuales más amplios, que también quiero mencionar porque deben ser tenidos en cuenta. Son aquellos que conforman lo que podríamos denominar como el “contexto del contexto”; que por aquellos años incluía el escenario más amplio de una América Latina con escasa industrialización y marcada inequidad social. En este escenario, era frecuente que gobiernos reformistas débiles fueran desplazados por gobiernos autoritarios hegemónizados por el poder militar y que éstos se arrogaran la exclusiva capacidad de conducir los países hacia el desarrollo. También era un rasgo de la época un creciente desprestigio de la democracia representativa (caracterizada como “democracia formal”) desde una visión romántica del desarrollo y de la revolución social.

Con Pancho Suárez tuve una larga relación, que duró más allá de mi trabajo en la SECONACYT. Con él acudí en agosto de 1971 a la primera reunión del Grupo de Trabajo sobre Ciencia, Tecnología y Desarrollo, de CLACSO, realizada en Santiago de Chile. Como señalara no hace mucho, en un breve texto que escribí para presentar la reedición del estudio sobre las “Actitudes de los empresarios argentinos hacia la incorporación de innovaciones

tecnológicas", la agenda incluía trabajos de la Fundación Bariloche, del Instituto Di Tella, de la Fundación Getulio Vargas (Brasil), de FLACSO (Chile) y del Instituto de Estudios de la Ciencia Latinoamericana (ECLA), entre otros. Se estudiaban temas como la transferencia de tecnología, su impacto sobre el crecimiento industrial, los recursos humanos para la ciencia y la tecnología, la organización de los sistemas nacionales de investigación y la migración de profesionales y científicos. Recuerdo vivamente cómo me impresionó la ebullición intelectual de aquel Santiago de Chile en el que las discusiones sobre el desarrollo y la dependencia agitaban los centros académicos. En un aula vecina a la que nos congregaba alguien explicaba con gran énfasis la importancia estratégica de un triángulo de interacciones. "Ese es Jorge Sabato", me dijo Suárez.

■ LA COMISIÓN NACIONAL DE ESTUDIOS GEO-HELIOFÍSICOS

En 1970, nos casamos con Carmen. Ese año, Mariano Castex me propuso hacerme cargo de la planificación en la Comisión Nacional de Estudios Geo Heliofísicos (CNEGH). Dudé de estar preparado para hacerlo, pero al mismo tiempo lo que me ofrecía era una oportunidad para aplicar las metodologías de gestión propuestas por UNESCO, en las que me había entrenado en la SECONACYT. Suárez me recomendó que aceptara y que pidiera además apoyo técnico del Departamento de Asuntos Científicos de OEA. Fue así que Alejandro Moya, un experto colombiano en gestión de la investigación, se sumó al equipo y contribuyó con su experiencia a la tarea de construir un sentido coherente al aluvión de iniciativas que bullía en el organismo.

La CNEGH fue una institución a la que no se ha prestado suficiente atención en la historia de la política científica en Argentina, pese a haber estado dotada de ciertos rasgos muy originales. Había sido creada en diciembre de 1968, como continuación de la *Comisión Nacional del Año Internacional del Sol Quieto* que desde 1963 coordinaba la tarea de diecisiete observatorios y centros de investigación. En 1965 se había dispuesto que esta Comisión ad-hoc continuara sus funciones hasta el Año de Máxima Actividad Solar (1968-69). La Comisión Nacional de Estudios Geo-Heliofísicos, significó, en cierto modo, la institucionalización definitiva de su predecesora. Sin embargo, el campo de acción específico de la CNEGH fue ampliado por la Ley de su creación, no sólo en sus funciones, ya que además de la coordinación, como su predecesora, agregó las de organización, promoción y ejecución de investigaciones, sino también en su ámbito de competencia, mediante la simple inclusión de algo tan ambiguo como las "ciencias conexas". Esta ampliación del campo de la Comisión y de sus funciones, así como el peculiar estilo de Castex en su conducción, crearon zonas de conflicto potencial que se concretaron ni bien comenzó a actuar. Era bastante claro para muchos que se intentaba crear un organismo basado en una matriz opuesta a la de Houssay.

Desde el principio, la CNEGH se dispuso a ejercer las funciones que le habían sido encomendadas. Incorporó grupos propios de investigadores (con una amplitud ideológica infrecuente en la época) y tomó a su cargo la creación de centros de investigación. El Observatorio de Física Cósmica de San Miguel, mediante un convenio con los jesuitas, de quienes dependía, fue transformado en centro piloto de la Comisión, pasando a denominarse *Obser-*

vatorio Nacional de Física Cósmica. La CNEGH destinó a este centro numerosos investigadores, en general con orientación tecnológica, a los que dotó de una fuerte inversión en equipamiento. Poco después agregó la puesta en marcha de dos centros de investigación ubicados en lugares carentes de infraestructura científica, acompañando de este modo la política de "polos de desarrollo" que era típica de la época. Así comenzaron el Observatorio Nacional de La Rioja y el Centro Nacional Patagónico. Como consecuencia directa, el grueso del presupuesto de la CNEGH se canalizó hacia los propios centros de investigación, lo que posibilitó que tuvieran una rápida evolución, algo bastante inusual en las instituciones científicas argentinas.

El interés por la aplicación se generalizó y se convirtió en una suerte de mística de los investigadores de la CNEGH. El documento con el que el organismo definió en 1970 sus políticas afirmaba que, "en el área de su competencia, la CNEGH tenderá a alcanzar un alto nivel de capacitación e innovación tecnológica, potencialmente transferibles al área industrial y económica". Era muy raro en la época referirse a la innovación, que en el mundo recién se incorporaría a las políticas de ciencia y tecnología en los años ochenta (y en América Latina, a mediados de los 90).

El cambio de rumbo seguido por la CNEGH, desde la investigación básica a la aplicada condujo a que el área de acción del organismo se apartara sensiblemente de los temas apoyados por la comisión del sol quieto. En efecto, y a modo de ejemplo, la CNEGH no hizo demasiados esfuerzos por promover y coordinar investigaciones en astrofísica, disciplina que le estaba encomendada. En cambio, se crearon grupos de trabajo en temas tales como la física

del plasma y los semiconductores. La situación descrita se observó más claramente en los centros regionales, en los cuales se optó por apoyar todas las investigaciones de real interés para la zona, prescindiendo de su encuadre en lo "geo-heliofísico". Por ejemplo, en el Centro Nacional Patagónico se desarrollaron investigaciones sobre algas y lobos marinos, como temas de interés local, claramente no vinculados con el tema central de la Comisión.

Pronto se discutiría la utilidad del Observatorio de La Rioja, no solamente por la política de transferencia que se iba definiendo, sino por las inadecuadas condiciones observacionales del lugar elegido. Orestes Santochi, al frente de un grupo de investigadores del Instituto de Física de la Universidad de Tucumán, que trabajaban en radiación cósmica, acercó la propuesta de transformar el Observatorio en un Centro de Física Aplicada. Esto parecía una salida perfecta para salvar el proyecto riojano y sintonizaba mejor con el espíritu de aplicación y transferencia de conocimientos a la sociedad. Sin embargo, el nuevo proyecto no desplazó al otro, sino que ambos coexistieron en forma conflictiva, hasta que años después se resolvieron de mala manera, en el marco de los enfrentamientos políticos que habrían de sobrevenir en el país.

En sus primeros años, el organismo vivió un proceso de aprendizaje que se fueron reflejando en la planificación que estaba a mi cargo. Los cambios sucesivos de rumbo fueron varios y radicales, en un tiempo muy breve. Debe tenerse en cuenta que en el país se vivían todavía en forma muy sensible las consecuencias del desmantelamiento de grupos de investigación y que el CONICET representaba un modelo "cientificista" muy diferente al que se aspiraba a impulsar. Como ya he mencionado,

surgieron bastantes conflictos y la CNEGH estuvo con frecuencia en el ojo de varias tormentas.

En una segunda etapa, habiéndose alejado ya Castex, la CNEGH afrontó la necesidad de consolidar lo realizado y dar la mayor racionalidad posible a su accionar. La Dirección Nacional estaba ya a cargo de Francisco Von Wuthenau, una de las personas más íntegras que he conocido, con una capacidad de trabajo y organización que he visto pocas en mi vida. Fue así que nos propusimos formular una política para el organismo, sobre el supuesto básico de que todo debía estar orientado a satisfacer las demandas del sistema social, político y económico. Como responsable de la programación, tuve muy en cuenta la recomendación de UNESCO, en el sentido de que el éxito en la aplicación de una política científica depende en gran medida del acierto en el diagnóstico de la realidad que debe ser modificada. Esa realidad, como la veíamos entonces, ponía ante nuestros ojos una doble brecha. En el programa científico aprobado en 1971 se afirmaba que además de la "ya famosa brecha científico tecnológica" con respecto a los países centrales, en nuestro país existía una "brecha interna" entre el nivel de desarrollo científico y técnico alcanzado en Buenos Aires y en la zona de la pampa húmeda, con respecto al resto del país. Ese mismo año nuestra vida se enriqueció con la llegada de Facundo, nuestro primer hijo.

El inventario del potencial científico que había elaborado la SECONACYT, bajo la dirección de Alberto Aráoz, nos permitió poner algunos números a la "brecha interna" existente en Argentina. En la región metropolitana (Capital Federal y Gran Buenos Aires) había 338 institutos (35% del total). En la Pampeana (centro y norte de Buenos

Aires, centro y Sur de Santa Fe y Entre Ríos había 216 institutos (22.5% del total). Y en el resto del país había 407 institutos, que representaban el 42.5% del total. No había ninguno en la Patagonia atlántica, por lo que el Centro Nacional Patagónico adquiriría un sentido verdaderamente fundacional.

En cuanto a los recursos humanos, la concentración era aún mayor: las áreas metropolitana y pampeana concentraban el 66,5% del personal científico del país, con un rasgo que el tiempo no haría más que acentuar: solamente el 70% tenía dedicación total. En cuanto al resto del país, el Inventario mostraba que además de la carencia de recursos, se agudizaban los problemas estructurales y en alguna medida podría generalizarse el diagnóstico que se formulaba en la introducción al Programa Científico que aprobó la CNEGH en 1971.

"En el área de competencia de la CNEGH existen, en el interior del país, diversos grupos de investigación –no todos vinculados a la Comisión– cuyo accionar se ve resentido por problemas de distinto orden: deficiencia de equipamiento, escasez de recursos económicos, reducido grupo humano y pesada burocracia".

El diagnóstico agregaba otras deficiencias, tales como la dificultad de acceso a la información, la escasa capacidad de influir en los centros de toma de decisión y la deficiente comunicación con otros grupos. El diagnóstico terminaba afirmando:

Este conjunto de problemas y los procesos a que dan origen (migración de investigadores y desaliento de los grupos, entre otros) determina que la solución que se adopte no pueda ser parcial, tal cual sería con una política de subsidios. Es necesaria una solu-

ción integral que cubra todos los aspectos en juego”.

La preocupación por la transferencia nos llevó a ampliar la reflexión incluyendo en el debate a otros expertos. En septiembre de 1971 organicé un taller titulado “Estrategia para la programación de una política de transferencia de tecnología”. Además de investigadores de la CNEGH, como Eduardo Villamil, Sandro Radicella y Orestes Santochi, participaron sociólogos, economistas, ingenieros y científicos como Floreal Forni, Ricardo Kesselman, Carlos Martínez Vidal, y Ricardo Saidman. El material del encuentro fue editado en un libro que he perdido de vista, pero del que parece haber algún ejemplar en el catálogo colectivo de libros del CONICET.

En 1972 viajé en compañía de Suárez y alentado por Alejandro Moya, al “Segundo Seminario sobre las Prioridades Científico Tecnológicas y la Planeación Económica y Social”, organizado por la OEA, con el apoyo de COLCIENCIAS, en Bogotá. Allí hice mi primera ponencia en una reunión internacional⁷. En ella presenté los modelos de gestión que habíamos desarrollado para la CNEGH con el propósito de ordenar los objetivos y los instrumentos de los que disponíamos. El primer modelo, al que llamábamos de “coordinación y promoción en orden a objetivos nacionales”, agrupaba algunas de las actividades más encuadradas en el perfil de original de la Comisión. La experiencia piloto en este modelo era el “Programa Nacional de Ionósfera”, que integraba a grupos de todo el país que, tomados separadamente, eran muy pequeños. El Programa Nacional logró que participaran en él diez grupos de investigación, asegurando así cierta masa “masa crítica” adecuada para un efectivo desarrollo de la investigación ionosférica en el país. Era

la primera vez que se aplicaba un esquema de este tipo en la gestión de la investigación y creo hoy que, de hecho, era un anticipo de lo que más tarde sería trabajar en redes.

Al segundo modelo le llamábamos de “ejecución en orden a objetivos nacionales” y en este caso la experiencia piloto era el Observatorio Nacional de Física Cósmica, con su planta de 40 investigadores y un centenar de técnicos y personal de apoyo. Las disciplinas prevalecientes eran la física, las matemáticas y la ingeniería. El modo de gestión, en este caso, apuntaba a fortalecer la capacidad y la producción de los grupos, con la mirada puesta en contribuir al desarrollo tecnológico del país.

El modelo restante era el de “ejecución en orden a objetivos regionales”. En este modelo, la CNEGH realizó el mayor esfuerzo de creatividad. Para el desarrollo de los centros se definieron los siguientes lineamientos que incluían la necesidad de mantener una estrecha interacción con el medio, de tal manera que se reciban de él los *estímulos* o demandas y se entregue el resultado de la investigación que se realice. También se estableció que la investigación adecuada para la resolución de problemas regionales debía ser interdisciplinaria e incluir mecanismos de transferencia de resultados. Curiosamente, se afirmaba también que debían ser asumidos los elementos de la cultura regional en sus distintas manifestaciones, procurando colaborar en la formulación de nuevas expresiones, elaboradas a los valores propios de la sociedad en que está inserto.

Durante los años siguientes me dediqué en gran medida a poner en marcha los centros regionales. Viajaba todos los meses a Puerto Madryn para seguir la organización del Cen-

tro Patagónico, por entonces instalado en cabañas prefabricadas, frente a la playa. Hice muchas veces el trayecto entre La Rioja y Tucumán, discutiendo con Santochi los proyectos de centro de física aplicada. Santochi tenía además una personalidad cautivante y su visión de la historia argentina contrastaba con la que yo había aprendido desde mi infancia, por lo que las conversaciones sobre temas históricos, particularmente sobre la relación de Buenos Aires con el resto del país eran apasionantes. Disfruté mucho esa etapa de mi vida, a la que recuerdo como muy creativa.

Escribí al principio de este texto acerca de la importancia del “contexto del contexto”. En 1973 ese contexto se había vuelto irrespirable. Lo sintetizo en aquella asamblea de cánticos enfrentados entre la “patria socialista” y la “patria peronista”, cuando el interventor con su liturgia tradicionalista se hizo cargo de la CNEGH. Todavía un tiempo seguimos adelante con los proyectos. Ya no estaba Von Wuthenau (la asamblea de la “patria socialista” lo había maltratado, por lo que se había trasladado a San Juan), con lo cual la calidad de la gestión se resintió considerablemente. En La Rioja, los técnicos del Observatorio se habían sublevado contra el grupo tucumano, prohibiéndoles la entrada. Conservo las cartas desesperanzadas de Santochi, en las que me describe paso a paso el final del proyecto. Tampoco el Observatorio habría de prosperar. El cerro elegido era completamente inadecuado. El viento del Oeste arrastraba el polvo de los llanos, haciendo la observación imposible. Poco a poco todos los proyectos más interesantes comenzaron a languidecer en un clima asfixiante.

En esos años colaboré con Pancho Suárez, Héctor Ciapuscio, Manuel Marí y otros colegas, en la orga-

nización del Instituto de Estudios de la Ciencia Latinoamericana (ECLA), dependiente de la Universidad del Salvador. Con financiamiento de la OEA, ECLA organizó el Programa Docente de la Actividad Científica, con profesores y alumnos de diversos países de América Latina. Fui Secretario General del primer curso latinoamericano de política científica y tecnológica, del que Suárez era el Director. Un par de días antes de comenzar, y con los alumnos de varios países ya en Buenos Aires, el gobierno objetó a varios docentes muy prestigiosos, por razones ideológicas. Era imposible ceder y también lo era suspender el curso. Suárez se puso firme y contó con el apoyo de la OEA. El curso se realizó, pero fue la primera vez que viví de cerca los mecanismos de la proscripción.

En septiembre de 1974 nació Guadalupe, nuestra segunda hija. El clima político en el país ya era muy difícil y mi situación en la CNEGH lo era también, por lo que en 1975 pedí licencia para dedicarme a reflexionar y a estudiar investigación operativa. Me la concedieron y lo aprecié como una oportunidad de buscar un nuevo rumbo. Necesitaba dar un giro a mi vida profesional, pero nunca imaginé que habría de ser algo tan drástico.

En los primeros días después del golpe militar de 1976 me dijeron que mi nombre estaba en una lista negra en la CNEGH. Me atreví a preguntarle al interventor, un marino, si eso era cierto. Me lo negó, pero yo ya sabía que mi suerte estaba echada. De todas maneras, me sobresalté cuando me enteré, leyendo el diario, de que había sido dejado cesante sin derecho a indemnización, en el marco del famoso artículo sexto, que permitía tal atropello con aquellos que eran considerados como ser potencialmente peligrosos. Poco después un amigo con contactos

con los militares me advirtió que debía irme del país inmediatamente. Gracias a una cadena de solidaridades, en la que de nuevo fue importante Eduardo Gudiño Kieffer, a finales de mayo aterrizaba en Madrid: No conocía a nadie y tan solo llevaba algunas cartas de recomendación, pero estaba dispuesto a tomar el exilio como una oportunidad. Carmen y mis dos hijos se sumaron algunas semanas después. Lo que vendría luego habríamos de vivirlo todos juntos.

■ ESPAÑA

Nuestra etapa española comenzó al mismo tiempo que la presidencia de Adolfo Suárez, lo que un poco en broma y un poco en serio me pareció siempre un hecho auspicioso. España fue para nosotros un país de brazos abiertos. Fuimos de los primeros argentinos en llegar. Poco después lo hicieron muchos más, entre ellos un amigo de toda la vida, como Augusto Klappenbach, reciente Rector de la Universidad de Río Cuarto (que ya no habría de volver a Argentina) y Jorge Abot, extraordinario pintor que desde entonces hasta ahora ha llenado de colores y de grafos todas las publicaciones que he producido.

Una carta de Emilio Mignone para José Luis Castillo Puche, prestigioso escritor español y Director de la revista Mundo Hispánico hizo que en el mismo momento en que lo visité me encargara organizar una sección de noticias científicas en su revista. Fue mi primer trabajo y, aunque la remuneración era mínima, sentía que había logrado un principio de inserción en la sociedad madrileña. Además, me permitió tomar contacto con los científicos españoles. También pasaba algunas horas diarias en la biblioteca del CSIC consultando textos de historia de la ciencia española y examinando un

“country review” de la OCDE sobre el sistema español de ciencia y tecnología. Me entusiasmaba descubrir el método utilizado para hacer el diagnóstico y el uso de los indicadores cuantitativos combinados con información cualitativa. No había visto antes ese tipo de documento.

Me sorprendí algunas semanas después, cuando llamaron a la revista preguntando por mí, para proponerme que hiciera la misma tarea en Radio Exterior de España. Acepté sin estar muy seguro de que podría hacerlo bien, pero pronto tenía a mi cargo dos espacios en la programación: uno de ciencia y tecnología y otro de industria. Todavía la microelectrónica no había ingresado en el mercado, por lo cual el grabador que me proporcionaba la radio para ir a hacer entrevistas era un armatoste que pesaba varios kilos y usaba unos enormes carretes de cinta. Conocí muchos personajes con mi grabador a cuestas y muchos de ellos serían mis amigos a lo largo de los años siguientes. Descubrí también aspectos divertidos, como la vanidad y también la inseguridad de muchos de mis entrevistados, que me pedían una y otra vez repetir lo grabado hasta que quedara de su gusto.

Nunca había pensado que podría ser periodista científico, pero en algunos meses más ya escribía en El País, Diario 16, El Europeo y otras revistas. Algunos años después incluso intentamos con un grupo de amigos fundar una revista propia, Grandes Temas de Actualidad, pero solamente logramos sacar algunos números; aunque algunos de ellos muy buenos. Sin embargo, carecíamos de suficiente sustento económico para sostener el proyecto.

Los diálogos mantenidos en las entrevistas me permitieron observar que en aquel Madrid había pocos

foros para debatir política científica y tecnológica. En la agenda de la recuperación de la democracia había otros temas urgentes, pero ya era también evidente la necesidad de discutir sobre el papel de la ciencia y la tecnología en la transición. Eso me llevó a pensar que era el momento ideal para crear algo parecido al Instituto ECLA. Lo hablé con algunos de mis amigos recientes y con algunos profesionales interesados en el impacto de la ciencia y la tecnología en la modernización de España. La idea tuvo eco y fue así que en 1978 nació el Instituto Ciencia y Sociedad, al que asignamos con no poco optimismo la función de “promover el desarrollo de la ciencia y la tecnología en España a través del estudio profundo y la comunicación entre las muchas personas interesadas en estos temas”. También en 1978 nació Martín, nuestro hijo español.

Entre los objetivos del Instituto habíamos incluido el de propiciar la reflexión de la sociedad española y promover la interacción y el máximo contacto entre todos los grupos de estudio existentes en España dedicados a los mismos temas. La coyuntura era oportuna, porque al año siguiente se iba a celebrar en Viena la Conferencia de Naciones Unidas sobre Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Ya desde sus prolegómenos se advertía que la Conferencia despertaba mucha expectativa e iba a ser muy convocante a nivel mundial. El Instituto hizo suyos los ejes de la Conferencia y organizó, entre mayo y junio de 1979 un seminario sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad, en el que participaron muchos de los más destacados expertos, representantes de empresas y de organismos del Estado. Conseguimos que la prensa se hiciera eco de los debates y del diagnóstico, que tenían un tono de cierta alarma y la advertencia de que España se encontraba desfasada entre su

desarrollo económico y el nivel de su investigación y aplicación de tecnología. A lo largo del Seminario, se repitió la misma queja: falta de una política oficial para la ciencia y la tecnología.

Radio Nacional de España me envió a Viena como corresponsal y el diario El País publicó mis opiniones, que iban en el sentido de percibir la Conferencia como un capítulo más del difícil diálogo Norte-Sur. Por eso, escribí en el diario que “va a ser una Conferencia altamente politizada, a pesar de la supuesta ‘neutralidad’ y ‘universalidad’ de la ciencia. Los países desarrollados, poseedores de la tecnología que el resto del mundo necesita, utilizan el grifo de la tecnología con el mismo sentido político y de presión con el que, por ejemplo, la OPEP utiliza el grifo del petróleo”. Por supuesto, estaba equivocado. La de Viena fue una conferencia muy amena, con debates muy interesantes, pero después de ella no pasó nada. Casi todas las grandes conferencias posteriores a las que pude asistir, sobre temas científicos y universitarios me dejaron la misma sensación: un espectáculo destinado a dar la impresión de que se quiere cambiar algo que, en realidad, o no se quiere o no se puede cambiar. Lograr que las cosas cambien requiere un trabajo generalmente más silencioso y más centrado en los problemas concretos, con una voluntad de cambio real.

■ LA INNOVACIÓN

Las cosas, sin embargo, estaban cambiando en España en materia de ciencia y tecnología, aunque los nuevos aires no venían tanto de la mano de las políticas tradicionales, sino de la apertura hacia Europa y de la necesidad de hacer más competitiva la economía. El término “innovación” entró en escena y tuvo

como marco de lanzamiento un gran congreso empresario reunido bajo la consigna de la necesidad de innovar. A partir de entonces, en el plano teórico comenzamos a leer a Schumpeter, a Christopher Freeman y a revisar los documentos de la OCDE que se ocupaban cada vez más de las políticas de estímulo a la innovación. Todavía no se había escrito el Manual de Oslo (faltaban bastantes años para ello) pero ya Freeman había publicado un extenso *survey* que le había encargado la OCDE, de las políticas de estímulo a la innovación aplicadas en cada país. Las clasificaba en función del aspecto del proceso innovador sobre el que actuaban, desde las medidas de “clima” o cultura innovadora, hasta los mecanismos de financiamiento de diferente tipo.

En el plano práctico, una respuesta desde las políticas públicas a las nuevas circunstancias fue la creación del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), un organismo diseñado para promover la innovación y el desarrollo tecnológico de las empresas españolas. En 1980 dejé la radio y fui contratado por el CDTI para editar una colección de cuadernos destinados a difundir la aplicación de las que por entonces se llamaban “nuevas tecnologías”. Uno de los primeros cuadernos que escribí y que tuvo cierta celebridad se titulaba precisamente “qué es la innovación”. Y es que por entonces no muchos sabían bien de qué se trataba. Sin embargo, se estaban escribiendo los capítulos finales de la historia del Instituto Nacional de Industria, el grupo empresarial más grande de España, de carácter público. La “reconversión industrial” comenzaba a ser un tema dominante que habría de acentuarse algunos años después, con la llegada del PSOE al gobierno. Eso era, en la práctica, la innovación, con sus promesas y sus costos. Los obreros

de los altos hornos y los astilleros que se fueron cerrando entendieron en carne propia por qué Schumpeter denominaba a la innovación como “destrucción creadora”. El costo social de aquel proceso fue muy alto. Gran parte de la reflexión que por aquellos años realicé, fue en compañía de Luis Acebal incansable organizador de cursos de capacitación y de encuentros de debate, desde la Fundación Empresa Pública. Desde entonces me he preguntado por la paradoja de que un proceso de naturaleza competitiva sea el instrumento elegido para impulsar políticas de desarrollo con equidad. Comencé a dar crédito a quienes piensan que el “lado oscuro” del indudable atractivo de la innovación es su costo social y que éste frecuentemente está subestimado por quienes dan impulso a los procesos innovadores.

En abril de 1983, meses antes de su muerte, que habría de ocurrir en noviembre de ese mismo año, entrevisté en Madrid a Jorge Sabato, que había sido invitado a participar en la Jornada “Iberoamérica: Encuentro con la Democracia.” Estuvimos toda una mañana tomando mate, hablando de tecnología y de Argentina. En esa charla, publicada luego en la Revista BIT, Sabato contrapuso con energía su concepto del “paquete tecnológico” con el de innovación. Poner el énfasis en la innovación -advertía- ha conducido a grandes errores en la política, tanto de países como de empresas, como si la innovación fuera el *Deus ex Machina*... En cambio, agregó, el concepto de paquete es puramente instrumental y recuerda que la tecnología que define a una función de producción se compone de conocimientos nuevos y viejos, originados en la investigación, en la copia y hasta en el robo. Cuando le señalé que Schumpeter habría aceptado ese planteamiento, ya que para él era posible que métodos tecnológicamente inferior-

res pudieran adaptarse mejor a las condiciones concretas, me respondió que “en eso estamos de acuerdo”. Demuestra que la producción de conocimientos es condición necesaria pero no suficiente para mejorar paquetes. “Y ya que estamos con Schumpeter, le diré que él no estaba a salvo del error de muchos economistas: considerar a la tecnología como un dato”. Finalmente, le pregunté (conociendo de antemano la respuesta) si el término “paquete” surgió en la literatura anglosajona y lo compramos en paquete. Todo lo contrario, me respondió. “El concepto de ‘paquete’ nació en Latinoamérica. Viene del tango de Discépolo ‘Araca Victoria’. Recuerdo que, en la Junta del Acuerdo de Cartagena, en los años setenta, hablábamos de ‘caja negra’, pero nos parecía un concepto estático. Yo me acordé entonces del tango, que dice ‘cuando el gil abra el paquete y vea que se ensartó’. Después los ingleses lo tradujeron como *package*. Ahora se cree que ‘abrir el paquete’ es la traducción, de donde se demuestra que más importante que innovar es disponer del dominio del mercado”.

■ EL CSIC

Poco tiempo después de que el PSOE ganara las elecciones que llevaron a Felipe González a la Presidencia, me presentaron a Javier López Facal, filólogo clásico, experto en lexicografía griega, uno de los hombres más eruditos y de humor más chispeante que haya conocido. Javier, hoy gran amigo, acababa de ser nombrado vicepresidente de relaciones internacionales del CSIC. Una de sus primeras obligaciones era viajar a Buenos Aires a la celebración del primer cuarto de siglo del CONICET. Hablamos mucho del CONICET, de Argentina, de la democracia y de la vida. Javier me presentó a Jesús Sebastián, otro de los vicepresidentes, a cargo de la

política de investigación del CSIC. Él también se habría de convertir a lo largo de los años posteriores en un compañero de ruta. Con ellos llegaban aires nuevos al CSIC, un organismo que, más allá de la presunta neutralidad de la ciencia, reflejaba el modo franquista de exaltar y controlar el conocimiento. El espíritu de la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas volvió a estar presente en una institución que trataba de acoplarse a los nuevos tiempos más libres y creativos.

Me ofrecieron sumarme al Gabinete de Asesores de la Presidencia del CSIC y así lo hice. Lo más interesante que tuve a mi cargo, en consulta directa con Jesús, fue un diagnóstico de la investigación española en tecnología de alimentos. Siempre relato a mis alumnos de política y gestión de la ciencia y la tecnología lo sorprendente de aquel estudio. Partíamos del supuesto de que la industria alimentaria de otros países europeos, como Francia, era superior a la española por falta de investigación y desarrollo tecnológico. La sorpresa fue descubrir que España invertía más que Francia en I+D destinada a alimentos y que tenía también más investigadores. La diferencia que mostró el estudio fue que la investigación española estaba dispersa, mal coordinada, con grupos muy pequeños y con escasa vinculación con las empresas. Un problema de política y gestión, en definitiva.

Fue mi último trabajo en España. Ya desde la guerra de Malvinas teníamos la sensación de que el regreso a Argentina no estaba lejano. Ese año de 1983 fueron las elecciones y viajé a Buenos Aires para votar por Alfonsín. Hablé con Calos Abeledo, Héctor Ciapuscio y Manuel Sadosky. Ellos me animaron a volver, asegurándome un lugar en los equipos de ciencia y tecnología que se estaban

formando. En 1984 nos despedimos de España con dolor y mucha gratitud.

■ EL CONICET Y LA UBA

Volvimos a Argentina con una gran motivación democrática, pensando que se abría una etapa tan generosa y creativa como la que habíamos vivido en España. Los conflictos, sin embargo, eran más agudos y me sorprendían a cada paso. Encontraba falta de sentido común en muchas opiniones e incluso en la toma de decisiones. Poco antes de nuestro regreso definitivo, acompañé la visita a Buenos Aires de un alto cargo de los economistas del PSOE, que trataba de ver de cerca lo que pasaba en el país. En una cena con economistas locales, uno de ellos explicó que, con las nuevas reglas de juego de la democracia, muchas fábricas cerradas por la apertura indiscriminada del mercado iban a levantar sus persianas y volverían a producir. Lo que había visto en España me hizo preguntar: ¿después de tantos años cerradas, su tecnología no será hoy obsoleta? La respuesta fue otra pregunta: ¿por qué? Me pareció que era una mezcla de ingenuidad y arrogancia. De hecho, recién una década más tarde en Argentina se discutiría el tema de las políticas de innovación y esa discusión habría de estar centrada en forma asociada con los organismos de política científica, no con los de la política industrial. Desde entonces, en muchos otros temas tuve la sensación de que el país retomaba su historia en el mismo punto en que estaba cuando empezó la dictadura. El tiempo parecía congelado, pero, en realidad, había pasado y, para mi sorpresa, no todos lo percibían.

Durante los años del proceso había iniciado un juicio al estado por mi despido arbitrario. La causa recién se movió en la última etapa del

proceso militar, gracias a la gestión de Carlos Vismara, de modo que al llegar la democracia tuve una sentencia favorable que obligaba al estado a que se me reincorporara. El problema fue que la CNEGH ya no existía y tanto su personal, como sus instalaciones, habían sido transferidos al CONICET. Por eso mi reincorporación se produjo en este organismo. Carlos Abeledo me dio la oportunidad de trabajar en su equipo, en la conducción del CONICET. Fue generoso, pero todo me resultó difícil. Me costó mucho aceptar la obsolescencia de los medios con los que había que trabajar, la indolencia de gran parte del personal, la falta de información con la que se tomaban las decisiones y, de nuevo, la soberbia con la que muchos actuaban, como si fuera de Argentina no hubiera habido nada que aprender. Desolado, a veces me repetía los versos de Machado cuando, refiriéndose a Castilla, decía que “desprecia cuanto ignora”. Durante los primeros meses, Ricardo Ferraro me dio la oportunidad de colaborar en la Fundación Bull y lo sentí como un soplo reconfortante de modernidad. Me ayudó también a entender que, si el exilio fue duro y tuvimos que pagar precios, para los que se quedaron las opciones fueron también muy duras y quizás algunos de los precios que tuvieron que pagar fueron iguales o mayores. En mi caso, los años en los que tuve la suerte de participar en la transición española me habían hecho ver las cosas de otra manera. Entendí más tarde que la experiencia que me había enriquecido podía dificultarme la comprensión de la realidad que el país vivía después de épocas tan traumáticas.

Para el CONICET era esencial modificar el método de asignación de presupuesto para investigación, que era distribuido en cabeza de los directores de institutos, los que a su vez tenían la posibilidad de actuar

como caudillos y repartirlo entre los investigadores según sus simpatías. En 1985, el Directorio decidió hacer el primer concurso de proyectos de investigación y desarrollo sobre bases competitivas. Tuve que organizarlo, diseñar los formularios y los criterios de evaluación. La experiencia fue, en general, un éxito, si bien no me faltaron choques con la realidad. Así, por ejemplo, habíamos decidido favorecer los proyectos complejos (hoy diríamos “en red”) interdisciplinarios. Los formularios intentaban reflejar la interdisciplinariedad, pero las comisiones asesoras eran mono-disciplinarias y autónomas (a lo largo de los años posteriores, muchas anécdotas me confirmarían que las comisiones asesoras son el núcleo del verdadero poder en el CONICET). La consecuencia fue que las comisiones desmenuzaron los formularios en sus partes disciplinarias y evaluaron cada una de ellas separadamente. Fue obvio que todos los pedazos de proyecto serían poco comprensibles y que quedarían relegados frente a proyectos de un solo campo disciplinar. Esta parte fue un fracaso, pero socialmente no tuvo mucha repercusión porque los proyectos complejos no fueron muchos.

Después de esta experiencia fui designado como Director de Centros Regionales. Recuerdo esa etapa como un momento agradable y creativo que me permitió volver a visitar el Centro Nacional Patagónico. Mi última visión de él eran los módulos prefabricados, instalados frente a la costanera. Ahora el centro estaba dotado de una infraestructura potente. No podía evitar la sensación, no muy comunicable, de paternidad. También me permitió visitar el CRICYT y reencontrarme con Von Wuthenau, que era su Director. Pero probablemente lo más interesante de esa experiencia fue descubrir el CADIC, en Ushuaia y su edificio que

hacía pensar en una base antártica. Tenía la seguridad de que ese centro, en los confines del continente, debía ser un lugar ejemplar que se enriquecería con la cooperación internacional.

En diálogo con Jesús Sebastián y con Javier López Facal fuimos dando forma a la idea de organizar un programa de cooperación entre el CONICET y el CSIC. Se firmó el convenio y el CADIC recibió varios grupos de investigadores españoles en diversas disciplinas, que le dieron nueva vida al centro. La experiencia fue muy exitosa y tuvo aspectos inéditos, como el descubrimiento de algunos accidentes geográficos y su bautismo con el nombre de los expedicionarios. Sin embargo, fue difícil darle continuidad. A finales de 1985 dejé de formar parte de la dirección del CONICET y me fue aprobado un PID para estudiar modelos de política científica y tecnológica. Fue a los pocos meses, a finales de mayo de 1986, que el Rector Oscar Shuberoff me propuso ser Secretario de Ciencia y Técnica de la UBA. No nos conocíamos. Mi nombre le había sido sugerido por Amílcar Herrera, según me dijo. Luis Stuhlman también me había propuesto para el cargo.

■ LA UBA

La oportunidad que me brindó la UBA fue la más importante desde nuestro regreso al país, no solamente porque podía aplicar lo que había aprendido, sino porque me sentía participando de una mística, la de recuperar para la democracia la principal universidad del país y la de dar nuevo impulso a la investigación universitaria, muy debilitada a partir de la noche de los bastones largos y especialmente después de los años de la última dictadura. Era la universidad que había formado premios Nobel y que ahora pasaba penurias. Pusieron a mi cargo lo que

yo entendía que era una gran tarea y para ello una Secretaría casi vacía.

El gobierno militar había profundizado hasta niveles inéditos un divorcio entre las instituciones del sistema científico argentino; particularmente entre el CONICET y las universidades. Desde los comienzos del proceso militar, en 1976, comenzó a producirse una transferencia de recursos presupuestarios desde las universidades hacia el CONICET. Muy pronto este organismo llegó a recibir aproximadamente el 40% de los fondos que el presupuesto nacional asignaba en forma directa a ciencia y tecnología, a expensas de la dotación presupuestaria a las universidades. También el número de investigadores había decrecido proporcionalmente. Si en el relevamiento nacional de investigadores hecho en 1969 el 56 % de ellos tenía sede en las universidades nacionales, en 1982 esa cifra había descendido al 45 %. Desde el punto de vista institucional, el CONICET monopolizaba la escena de la investigación en las universidades y éstas carecían de una mínima infraestructura destinada a la gestión de la investigación en su propio ámbito.

El problema, sin embargo, no fue sólo económico, sino que se impuso un modelo institucional que favoreció la relación directa de ciertos grupos con el CONICET, sin la mediación de las instituciones universitarias. Así, durante aquellos años, el CONICET creó más de cien institutos de su propia dependencia. Es cierto que para la creación de algunos de ellos estableció convenios con universidades nacionales. Pero en tales casos, la lógica de funcionamiento asimilaba estos centros al sistema CONICET, más que a las universidades respectivas y los convertía en bolsones de presunta excelencia académica, dotados de recursos, en medio de un tejido universitario

empobrecido. Como Secretario de la UBA tuve mucha dificultad para conocer el presupuesto real con el que contaban los institutos de doble dependencia y, desde luego, para poder incidir en su trayectoria.

Es obvio que un escenario de este tipo generaba situaciones de conflicto. Había un enfrentamiento latente entre investigadores del CONICET y docentes universitarios (investigaran o no). Unos se sentían marginados y los otros vivían una adhesión sin fisuras hacia la institución que los ponía a salvo de los avatares políticos de la universidad. Los mecanismos de control social del “proceso” impedían la emergencia de esta confrontación, pero con el retorno de la democracia el desencuentro gradualmente se fue haciendo patente.

Como ocurre habitualmente con este tipo de conflictos, se produce un entramado de intereses ideológicos y hasta ciertos maximalismos. En algunos casos, las posiciones más en pro de la universidad conllevaban poco aprecio por la excelencia académica y, en el lado opuesto, la “república de la ciencia” se corporizaba en el CONICET, no tanto como medio que garantizara la libertad de investigación sino como protección de privilegios e intereses concretos. Este nudo problemático (una trama de ideas, intereses e instituciones) era visible en la UBA y tuvimos que mediar con mucho cuidado para no profundizar las tensiones y generar situaciones de mayor equidad.

Oscar Shuberoff apoyó con mucha convicción lo que íbamos poniendo en marcha en la Secretaría. Me pidió que redactara una propuesta articulada para discutirla en una reunión de Consejo Superior ampliado, que habría de tener lugar en la residencia de INACAYAL, en Villa La Angostura. Poco adicto al fútbol, no le importó que en la fecha

elegida se jugara la final del mundial de 1986, que no pudimos ver ni oír. Además, nevaba copiosamente y las rutas estaban cortadas. Al finalizar el encuentro salimos de allí del único modo posible: en barco, a través del lago, en medio de la nevada. El Consejo Superior aprobó el que fuera conocido como Documento de Inacayal, con el plan de acción para la recuperar el nivel académico de la UBA y para procesar adecuadamente la masiva demanda de estudios superiores. El capítulo de ciencia y tecnología fue aprobado sin modificaciones y recibió grandes elogios. En los años siguientes traté de llevarlo a cabo desde una Secretaría ya mejor equipada, en la que trabajaban muchos jóvenes, lo que le dio a la Secretaría un alto grado de dinamismo y compromiso. Algunos de ellos, como Ernesto Fernández Polcuch y Guillermo Anlló, hoy ocupan cargos destacados en organismos de ciencia y tecnología nacionales e internacionales, pero, sobre todo, me han honrado siempre con su amistad.

Durante la gestión creamos el sistema de proyectos, y un programa de becas que incluía becas para estudiantes, una novedad que fue inicialmente resistida, pero luego muy elogiada cuando se comprendió que era una manera de acercar los estudiantes a la investigación. Siempre tratamos de que el monto de las becas fuera equivalente al del CONICET para que no fueran interpretadas socialmente como "becas de segunda". Por el contrario, el programa de becas, al que llamamos "UBACYT" no solamente se consolidó, sino que el nombre se extendió, de hecho, a la propia Secretaría. Algunos miembros del Consejo Superior me prestaron mucho apoyo y me ayudaron a entender la dinámica de la UBA, para mí hasta entonces desconocida. Sería injusto en este relato si no menciono a Héctor Torres,

entonces Decano de Exactas, con quien discutí muchos aspectos de la política científica que había que implementar. La primera convocatoria a subsidios a proyectos de investigación tuvo una demanda que superaba los recursos disponibles. Era una difícil encrucijada; por un lado, no queríamos desalentar a los investigadores incipientes y por otro lado el presupuesto solamente alcanzaba para otorgar recursos muy escasos, si la opción era financiar a la mayoría. Esto es lo que en España se llama "café para todos", me lamenté con Héctor. Llamémosle "política de la regadera", me respondió. Démosle una gotita a cada uno y cuando veamos cuáles germinan, podremos ayudarlos más selectivamente en el futuro. Así lo hicimos y tuvimos muy buenos resultados. En los años siguientes pudimos disponer de más recursos, administrarlos más selectivamente y, un tiempo después, comenzar a organizar programas especiales en los que se concertaba la acción de diversos grupos. En 1987 pudimos poner en marcha el programa de equipamiento científico y desde 1992 el programa de viajes al exterior. Con todo, hubo momentos duros, propios de la época. Una mañana al abrir mi escritorio encontré en el cajón granadas de mano y volantes de ultraderecha. Era un recuerdo de tiempos que imaginaba terminados.

La UBA era, en opinión de muchos, una confederación de facultades que competían por recursos y protagonismo en el Consejo Superior. Vi a Shuberoff negociar con gran paciencia para lograr algunos de sus objetivos estratégicos (esto incluyó, a la larga, entregar gran parte de sus banderas iniciales) y entendí que era necesario construir una plataforma de consensos. Fue fundamental para eso contar con los secretarios de ciencia y técnica de las facultades. Dialogando en conjunto

conseguimos solucionar problemas que amenazaban con ser muy conflictivos, en el establecimiento de las prioridades, la articulación de las distintas culturas disciplinarias y la adjudicación de becas y recursos para investigación.

El mismo proceso de creciente protagonismo de los secretarios se produjo en el conjunto de las universidades nacionales. En la primera reunión interuniversitaria de Secretarios que tuvimos había bastante recelo con la UBA por disponer de más recursos para ciencia y tecnología. Discutíamos el modo de distribuir una partida para financiar investigación, que muchas universidades empleaban para pagar mayores dedicaciones docentes. Con Mario Barletta, por entonces Secretario de Ciencia y Técnica de la UNL, preparamos un modelo de distribución del recurso que satisfizo a todos. En realidad, el consenso se basó en que la UBA cedió gran parte de lo que le hubiera correspondido. A cambio, se eliminaron casi todos los celos y muchos secretarios comenzaron a pedir nuestro asesoramiento para organizar su área de trabajo. Por otra parte, para la UBA eran recursos menores, ya que todos los programas que poníamos en marcha lo eran con presupuesto propio de la Universidad que el Rector, con el apoyo de todos los secretarios de las facultades, lograba que fuera aprobado en el Consejo Superior.

También me resultó útil haber estudiado el feudalismo para comprender la dinámica de gobierno de la universidad. El Rector era como un rey sin territorio propio, obligado a concertar con sus barones, los Decanos, o a aliarse con unos contra otros. Ese equilibrio funcionó bien durante el primer período de Shuberoff. En el siguiente, debió cancelar una parte importante de su proyecto, como era la descentralización de la

UBA con centros en localidades del conurbano. ¿En qué medida afectó eso a la Secretaría de Ciencia y Tecnología? Fundamentalmente, en lo referido al Centro de Estudios Avanzados, el CEA, una creación del Rector normalizador, Francisco Dellich. El CEA dependía directamente del Rectorado y la idea era convertirlo en una suerte de usina de ideas a nivel nacional. Ese territorio rectoral no gozaba de las simpatías de las facultades, que lo toleraron primero, lo limitaron después y cuando Shuberoff ya no era Rector, lo cerraron. Durante mis años en la Secretaría traté de darle vida al CEA y logré sumar a Carlos Mallmann, a Emilio De Ipola y a Roberto Perazzo, que ocuparon la Dirección. También le dimos lugar a Rolando García cuando volvió al país. Logré, además, que el Consejo Superior autorizara la creación de una Maestría en Política y Gestión de la Ciencia y la Tecnología, ubicada en el CEA. Carlos Correa fue su primer Director. La Maestría logró sobrevivir, incluso al propio CEA.

Otro aspecto esencial de mi gestión fue la preocupación por generar estructuras de vinculación de la investigación universitaria con el sector productivo. Sabíamos menos que lo que hoy sabemos, acerca de este tipo de estructuras. Para aprender de otras experiencias, visité parques tecnológicos e incubadoras de empresas en Europa y en Brasil. Intentamos dar impulso a un parque tecnológico próximo a la Facultad de Exactas, el TANDAR de la CNEA, y el INTI. Llegamos incluso a gestionar terrenos del Banco Hipotecario en Villa Adelina y una extensión del Premetro para hacerlo más accesible. Todo iba bien hasta que encargamos un estudio de factibilidad que nos mostró que no existía demanda para tal inversión. Buscamos entonces otros caminos. Por una parte, se creó a instancias de la Se-

cretaría la Dirección de Convenios y Transferencia de Tecnología, con el propósito de normalizar los acuerdos de colaboración y prestación de servicios a empresas. En 1991 se creó UBATEC, después de un laborioso acuerdo con otras instituciones. La idea era bastante audaz, ya que UBATEC fue concebida como una sociedad anónima constituida por la propia UBA, el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, la Unión Industrial Argentina y la Confederación General de la Industria. Ha sobrevivido hasta el día de hoy.

En 1994 Oscar Shuberoff terminaba su segundo mandato. Cumplía así ocho años al frente de la universidad. Por mi parte, estaba convencido de que no era correcto que aspirara a un tercer período y que para lograrlo fuera preciso hacer alianzas que implicaban dejar de lado aspectos centrales del proyecto original. La propia Secretaría comenzaba a sufrir presiones políticas que no había conocido antes. La idea de que yo pudiera competir por el Rectorado surgió en diálogo con Juan Carlos Portantiero y tomó cuerpo en las facultades más sensibles a la investigación, como filosofía y exactas. Mi propuesta, expresada en un documento al que titulé "Hacia una nueva Reforma Universitaria" estaba enfocada en la modernización de la universidad, a tono con las tendencias internacionales de aquel momento. Obviamente, uno de sus ejes era el fortalecimiento de la investigación, pero otros apuntaban al acortamiento de las carreras, a mejorar la articulación con el posgrado y a aumentar la dedicación exclusiva de los docentes. No estoy seguro actualmente de que mis propuestas de entonces fueran todas viables, ya que hoy creo que muchas de ellas requerían un contexto diferente al de aquel momento, pero expresaban la opinión de muchos que pensábamos que la universidad había

solventado el primer desafío de la masividad, pero estaba retrocediendo frente al desafío de la calidad y la transparencia.

La campaña fue más dura de lo que yo esperaba y, si bien al principio las adhesiones se sumaron, incluyendo sectores juveniles, a medida que el aparato político empezó a moverse, comenzaron las deserciones. Fue muy doloroso asistir a la cooptación de los más jóvenes a cambio de promesas políticas de todo tipo. No lo sabía entonces, pero estaba asistiendo a los albores de una clase política con más apetito de poder que principios. A principios de 1994 todavía me acompañaba un sector bastante numeroso, aunque no suficiente para ganar. Muchos de quienes me apoyaban me incitaron a seguir, pese a todo, denunciando un proyecto que se había debilitado conceptualmente, que acumulaba pujas internas por el poder y al que no le faltaban denuncias de aspectos turbios. Sin embargo, no me sentí cómodo en ese papel, cuando era evidente que la política había barrido con la idea de una reforma académica. Sentí que mi intento había fracasado y renuncié a la candidatura. Lo que vino después fue difícil a nivel personal, pero yo ya había aprendido a sobrevivir mediante el expediente de dar por cerrada una etapa, empezar otra y madurar el aprendizaje a posteriori. Dejé la UBA y al día siguiente me instalé en la UNQ, en la que había concursado unos meses antes.

■ LA UNQ

Al incorporarme a la Universidad Nacional de Quilmes, el Rector Julio Villar, a quien había conocido en el período en el que participé de la gestión del CONICET, me ofreció la Dirección del Centro de Estudios e Investigaciones, por ese entonces un lugar con escritorios y computa-

doras, pero casi sin gente. En poco tiempo comenzó a poblarse con algunos de quienes me habían acompañado en la gestión de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UBA. La UNQ tenía desde sus inicios un proyecto editorial importante, lo que fue un estímulo para crear una revista interdisciplinaria sobre estudios sociales de la ciencia, a la que llamamos REDES. Ese mismo año publicamos el primer número y muy pronto la revista fue una referencia de ese campo de estudios, a nivel latinoamericano. El área de estudios de la ciencia y la tecnología creció con mucho ímpetu porque tuvimos la capacidad de atraer a muchos de los alumnos de nuestros cursos en la Universidad.

En 1996 la Universidad nos autorizó a crear el Instituto de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología, desgajándolo del CEI. Permitted también que tuviera su sede en la Capital Federal. Fui nombrado Director. Ese mismo año creamos la Maestría en Ciencia, Tecnología y Sociedad, a la vez que se fortalecían varios grupos de trabajo en distintas áreas. Crear un instituto para estudiar la vinculación de la ciencia con la sociedad no era para mí una experiencia nueva, ya que, por el contrario, había participado en la creación del instituto ECLA, liderado por Pancho Suárez y en la creación del Instituto Ciencia y Sociedad en la España de la transición. La vinculación con la sociedad y la transferencia de tecnología era un propósito explícito de la Comisión Nacional Estudios Geo Heliofísicos y era el tema fascinante de las largas conversaciones con Santochi en La Rioja y Tucumán. A partir de mi experiencia, siempre he considerado que la relación de la ciencia con la sociedad es abierta, multiforme e involucra a numerosos y diferentes actores.

Lamenté descubrir que no todos mis colegas compartían una visión abierta del vínculo de la ciencia con la sociedad, la economía y la política, sino que, con la excusa de estar abriendo un campo nuevo, pretendían establecer un cerco alrededor de los estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad, atribuyéndose su propiedad intelectual. Se comportaban, así, como un grupo cerrado y autorreferencial que, más allá de su discurso social, desarrollaban una práctica académica endogámica. Con el auge del romanticismo que pobló de héroes míticos la cultura política y académica de América Latina durante los últimos años, muchos de mis colegas sintieron la necesidad de lanzarse en busca de una raíz histórica que aumentara su valor simbólico y llegaron a considerarse como los legítimos herederos de un pensamiento latinoamericano que estuvo muy lejos de ser uniforme. Por el contrario, pioneros como Amílcar Herrera y Jorge Sabato, no pretendían fundar una escuela ni un pensamiento académico, sino resolver los problemas concretos del desarrollo de los países latinoamericanos.

En 2002 una profunda crisis en la universidad forzó la renuncia de muchos de nosotros y decantó el conflicto en el seno de nuestro propio grupo. Fue la única ruptura en mi trayectoria, en la que perdí amigos que no habría de recuperar más. Hasta con Oscar Shuberoff tuvimos un reencuentro emotivo años después de la confrontación por el Rectorado. Los que nos vimos obligados a dejar la universidad, el instituto, la Maestría y la revista que habíamos creado, fundamos el Centro REDES, emprendimiento en el que nos apoyaron decididamente algunos amigos entrañables como Rebeca Guber y Carlos Martínez Vidal, además de Manuel Marí, Oscar Galante y Pablo Jacovkis, entre otros. REDES tomó la

forma de una asociación civil destinada a la investigación, docencia y consultoría en temas de universidad, ciencia y tecnología. Recibimos muchos alientos y apoyos para dar ese salto. Fue muy importante en ese momento que Eduardo Charreau nos facilitara convertir el Centro en unidad asociada al CONICET. La etapa del grupo en la Universidad Nacional de Quilmes quedó cerrada y nos dejó muchas lecciones acerca de la política universitaria y también de la conducta humana.

■ LOS INDICADORES

En noviembre de 1994, desde el Centro de Estudios e Investigaciones de la UNQ convoqué a un Taller Iberoamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología. Ignoraba la repercusión que habría de tener. Me vi sorprendido por el número de inscriptos y por su representación institucional. Nacho Avalos, Presidente del CONICYT de Venezuela y Ubirajara Pereira Brito, Viceministro de Ciencia y Tecnología de Brasil, fueron algunos de quienes asistieron y nos animaron a convertir aquel encuentro en un proyecto de largo plazo. Para ello, todos los participantes suscribieron un pedido de apoyo al Programa CYTED para crear una red. Con el impulso que le daba Jesús Sebastián, el Programa tardó poco tiempo en acceder al pedido y en mayo de 1995 se creaba formalmente la red, desde entonces conocida como la RICYT.

Por la misma fecha la Secretaría General de la OEA convocaba también a una reunión para impulsar el interés por los indicadores. Mi primera participación como coordinador de la RICYT fue en aquella reunión en Washington. Cuando expuse los propósitos de la red, hubo acuerdo en unir ambas iniciativas. Manuel Marí fue el impulsor, en la OEA, de la idea de que la nueva

red fuera a la vez iberoamericana e interamericana. Bajo esta fórmula asociada del CYTED con la OEA convocamos al segundo Taller de Indicadores, que tuvo lugar al año siguiente, 1996, en Cartagena de Indias, con participantes de todos los países. En este tema, los consensos internacionales son muy necesarios porque un rasgo esencial de los indicadores es que sean comparables, por lo cual es indispensable que se apliquen definiciones homogéneas y que los procesos de obtención y procesamiento de la información sean similares.

Habiendo pasado algo más de dos décadas, la RICYT es una organización que tiene una gran capacidad de convocatoria y cuya vigencia nadie discute. Viendo retrospectivamente su historia, creo que su éxito se debió, entre otros factores, a la capacidad de haber detectado que, cuando fue creada, la problemática de los indicadores en América Latina era una demanda creciente. El último anuario del BID dedicado a la ciencia y la tecnología, ofrecía escasas cifras y muy desactualizadas. Las de Brasil, por ejemplo, tenían diez años de antigüedad. La mayor parte de los países apenas podía ofrecer información y cuando lo hacía, quedaban muchas dudas acerca de la posibilidad de compararla internacionalmente. Comenzaba a verse con claridad que la normalización conceptual y de procedimientos era el primer desafío a enfrentar y así fue que los primeros indicadores sobre los que se empezó a trabajar fueron los del Manual de Frascati.

Con el tiempo, la identificación de nuevas dimensiones en el proceso de creación, difusión y aplicación de los conocimientos nos impulsó a incorporar nuevas familias de indicadores a la RICYT. Esto atrajo a nuevos expertos y muchos jóvenes se sumaron al grupo inicial. El nú-

cleo que elaboró el Manual de Bogotá, liderados por Gustavo Lugones y Mónica Salazar, tuvo su anclaje en Colciencias, gracias a un proyecto financiado por OEA. La problemática de la innovación nos llevó rápidamente a la de la vinculación de las universidades y los centros públicos de I+D con las empresas. En América Latina este tema tiene especial importancia porque la gran mayoría de los investigadores tienen su lugar de trabajo en centros académicos. Juan Carlos Carullo, del Centro REDES, venía proponiendo desde el mismo punto de partida de la RICYT, en 1995, desarrollar indicadores de vinculación. Se organizaron varias reuniones espaciadas, durante las que maduró el proyecto, actualmente en marcha, de elaborar el Manual de Indicadores de Vinculación al que, siguiendo la costumbre de bautizar los manuales con el nombre de ciudades significativas, le llamamos Manual de Valencia. Jesús Sebastián impulsó el estudio de los indicadores de internacionalización y coordinó el Manual de Santiago, con el apoyo de la CONICYT de Chile.

La medición de la percepción pública de la ciencia fue el núcleo temático que inicialmente aproximó la RICYT a la OEI, abriendo las puertas a una estrecha colaboración con José Antonio López Cerezo, de la Universidad de Oviedo y otros investigadores dedicados a temáticas de cultura científica. Carmelo Polino, quien había sido mi alumno en la UNQ, se formó en esa línea de trabajo hasta haberse convertido, como lo es hoy, en un referente internacional en los temas de comunicación científica, percepción pública de la ciencia y cultura científica.

Otro campo que la RICYT abordó casi desde sus comienzos fue el de los indicadores bibliométricos. Inicialmente lo hicimos con el apoyo CINDOC, del CSIC español. Más

tarde, Rodolfo Barrere, quien también fue mi alumno en la UNQ y se doctoró luego con una tesis sobre indicadores, junto a Lautaro Matas, uno de los jóvenes que se había sumado a REDES, desarrollaron una batería de indicadores bibliométricos basados en distintas fuentes, que la RICYT publica todos los años. Lautaro fue más allá y desarrolló una herramienta original para explorar y procesar información en grandes repositorios textuales, a la que denominamos Intelligo.

En 2006, comenzamos a discutir cómo medir los procesos de difusión social del conocimiento científico y tecnológico que dan lugar a lo que se ha llamado “sociedad de la información”. Esta tarea la abordamos conjuntamente con el Observatório das Ciências e das Tecnologias do Ministério da Ciência e da Tecnologia de Portugal. Con el apoyo de su Directora, Maria de Lurdes Rodrigues, quien luego sería Ministra de Educación, elaboramos el Manual de Lisboa, dedicado al establecimiento de pautas para la interpretación de datos estadísticos y la transición de Iberoamérica hacia la Sociedad de la Información. En 2009 la RICYT dio a conocer una nueva versión que contenía una serie de modificaciones y agregados.

En 2004, en el marco del VI Taller de Indicadores de la RICYT, realizado en Buenos Aires, se firmó el Memorandum de Acuerdo entre el Instituto de Estadística de la UNESCO (IEU) y la RICYT para cooperar en el campo de los indicadores de ciencia y tecnología. La firma del acuerdo formalizó la cooperación que, de hecho, la RICYT y el IEU venían realizando. El convenio estableció un marco general de cooperación entre las dos instituciones y puntualmente establecía que RICYT seguiría realizando el relevamiento de información en los países que la integran y

brindaría la información al IEU, respetando el principio de no duplicación de los datos.

A partir de 2007 en la RICYT comenzamos a organizar una reunión anual de los responsables de elaborar los indicadores de ciencia, tecnología e innovación en los gobiernos. Después de cierto tiempo, esta reunión anual tomó el carácter de Comité Técnico de la RICYT y se realiza rotativamente, con una presidencia que acompaña la designación de la siguiente sede. Este accionar colectivo ha tenido numerosas ventajas. Obviamente, el diálogo cara a cara acerca de los problemas prácticos que se enfrentan en la tarea de elaborar los indicadores conduce a un aprendizaje recíproco y constituye un instrumento más eficaz que los propios manuales para lograr la normalización y hacer que sean comparables. Para la RICYT ha sido un paso adelante en su institucionalización y ha consolidado el apoyo por parte de los organismos de ciencia y tecnología de cada país. En mayo de 2010 el CYTED se desvinculó de la RICYT. Juan Carlos Toscano, desde la OEI, facilitó que la red fuera invitada a funcionar en forma asociada con el recién creado Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad, lo que constituye la situación actual. En octubre de 2013 decidí dar por terminadas mis funciones como Coordinador. En mi reemplazo, siguiendo mi costumbre de ceder espacios a los más jóvenes, asumió el cargo Rodolfo Barrere, quien me había acompañado en esa tarea durante los últimos años.

Las reuniones de discusión conceptual han sido frecuentes a lo largo de estos años. Hemos discutido acerca de la tensión entre lo idiosincrático y lo comparativo enfatizando la importancia de los contextos, hemos analizado largamente la noción de impacto social de la ciencia; muchos talleres estuvieron dedicados a

tratar de comprender y sistematizar los procesos que se conjugan en la llamada "sociedad de la información" y hemos prestado especial atención a la cultura científica. Además, hemos dialogado mucho con los amigos de la OCDE acerca de los rasgos peculiares de la innovación en el contexto del tejido productivo latinoamericano.

■ LOS AÑOS RECIENTES

El Centro REDES que, como relaté antes, creamos por necesidad después de la crisis con la UNQ, fue con el tiempo la construcción más importante en la que participé, y la que hicimos más a pulmón. No tuvimos nunca un respaldo económico, más allá del que podíamos lograr año tras año por la gestión de proyectos. Llegamos a ser casi treinta investigadores y becarios. Editamos la Revista Iberoamericana en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en alianza con la OEI y las universidades de Salamanca y Oviedo. La revista, cuya dirección tripartita comparto con Miguel Ángel Quintanilla y José Antonio López Cerezo, edita regularmente desde 2003, tres números por año. También creamos la Maestría en Gestión de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, conjuntamente con el Instituto de Industria de la Universidad Nacional de General Sarmiento y el Instituto de Desarrollo Económico y Social (IDES). A lo largo de estos años muchos profesionales e investigadores se formaron en el Centro, lo que habría de permitir que cumpliera, sin habérmolo propuesto originalmente, la función de dotar de cuadros técnicos y políticos al gobierno, tanto al anterior, como al actual. Se trata de un fenómeno que ha dejado una red de colaboraciones y también heridas, propias de las tensiones políticas que se viven en la Argentina de los últimos años. En la Dirección del Centro me sucedieron Lucas Luchilo y luego Rodolfo Barrere, quien me

acompaña desde que fue mi alumno de grado hasta doctorarse con una tesis brillante sobre indicadores.

Este recorrido por mi experiencia profesional me permite valorar cuánto se ha avanzado y cuán apasionante es el panorama que se abre hoy a la ciencia y la tecnología en América Latina; nada menos que acompañar las transformaciones sociales y económicas de nuestros países. En el caso argentino, estoy seguro de que las oportunidades que hoy se abren no son resultado del azar ni, mucho menos, de esfuerzos que hayan comenzado en los últimos años. No puedo menos que evocar cuánto costó poner en práctica la primera convocatoria a proyectos por parte del CONICET en 1985, con el doble propósito de asignar recursos en relación con la calidad relativa, como expresión de la búsqueda de la excelencia, y generar un sistema de distribución de recursos no controlado por los directores de los institutos, lo que implicaba producir cambios en la estructura de poder de los centros de investigación. Se suma a mis recuerdos la epopeya de devolver a la UBA la capacidad de alentar la investigación, la transferencia de los resultados de la investigación y la formación de investigadores. No puedo dejar de lado las reformas institucionales que se produjeron durante la gestión de Juan Carlos Del Bello, con quien pude colaborar en el diseño de algunos instrumentos como la Agencia para la Promoción Científica y Tecnológica con sus dos fondos: el FONCYT y el FONTAR. Algunos años después, aquellas novedades institucionales están consolidadas y los instrumentos de que disponen se han multiplicado.

Miro hacia atrás mis casi cincuenta años de trayectoria en la política científica argentina y no puedo menos que reconocer que hechos más recientes, como la creación del

Ministerio, fueron pasos importantes en el desarrollo institucional de la ciencia argentina, pero que no son aislados, sino que deben ser interpretado en el contexto de una historia que se remonta a la recuperación de la democracia. Por ese motivo, no estoy de acuerdo con las opiniones, o desinformadas o tendenciosas, que asignan un sentido casi fundacional a la política científica del último gobierno. No me parece aceptable un discurso que desconozca muchos años de esfuerzos que en algunos momentos requirieron no solamente lucidez, sino también coraje. Reconstruir las instituciones después de la dictadura fue ciertamente difícil y por momentos duro.

A lo largo de estos años he aprendido que, más allá de la presunta objetividad de la ciencia, la política científica y tecnológica es un campo fértil para la retórica, por cuanto es fácilmente asociable en el plano simbólico con valores que la opinión pública asume positivamente, como las ideas de desarrollo, autonomía nacional y prestigio internacional. Lamentablemente, la política real no siempre acompaña el discurso. Amílcar Herrera era consciente de ello cuando distinguía entre las “políticas explícitas” (las retóricas) y las “implícitas” (la real asignación de recursos) a las que consideraba como las verdaderas políticas. Aunque es imposible negar los avances realizados en los últimos diez o doce años, los indicadores nos muestran que la transformación ha tenido sus límites y que hay muchas asignaturas pendientes.

Hacer la reseña de mi vida profesional ha movilizó en mí una carga de emocionalidad que me ha llevado a revisar también qué es lo que creo. Dentro de tres años se cumplirá medio siglo desde que accedí al CONACYT. Hoy quiero decir, como León Felipe, que “digo tan solo lo que he visto”. Y también, que

“vengo de muy lejos y me sé todos los cuentos”. Por eso soy reluctant a los relatos épicos, aunque no deo de ver que hay oportunidades. Pienso que la ciencia argentina debe cerrar la brecha social y convertirse en una herramienta que brinde al país la posibilidad de superar muchos de sus problemas actuales en materia de tecnología, desarrollo regional, salud y calidad de vida. Hoy creo firmemente que tal camino contribuirá a consolidar la democracia y a la propia ciencia.

■ NOTAS

1 Francisco Sagasti nació y se educó en Lima, Perú. Es uno de los pioneros de la política científica en América Latina. Ha sido Presidente del Consejo Directivo del Programa de Ciencia y Tecnología (FINCyT) en la Presidencia del Consejo de Ministros del Perú, miembro del Consejo de Gobernadores del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (Canadá), Jefe de Planeamiento Estratégico del Banco Mundial, y Presidente del Consejo Consultivo de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo en las Naciones Unidas. Entre sus más de 25 libros se encuentran: *Ciencia, Tecnología, Innovación. Políticas para América Latina*, Lima, Fondo de Cultura Económica, 2011;

2 Derek John de Solla Price es considerado como el padre de la cienciometría. Nació en Inglaterra en 1922 estudió física y fue también historiador de la ciencia. Desde 1984 la International Conference on Scientometrics and Informetrics otorga la Derek de Solla Price Memorial Medal, como premio a la excelencia en cienciometría.

3 En 1968, se inició en el Instituto Di Tella el proyecto denominado

“Ciencia, tecnología y el proceso de industrialización argentino”, con financiamiento de OEA. Estaba dirigido por un comité integrado por Alberto Aráoz, Jorge Sabato y Mario Kamenetzky. El proyecto comprendía una serie de estudios sobre el estado de la investigación científica y tecnológica, así como sobre los obstáculos al desarrollo tecnológico.

4 Operativamente, se definía al instituto como “la unidad donde se concentran los recursos humanos, materiales y financieros para llevar a cabo programas y proyectos de investigación y tareas científico técnicas conexas, que comprenden áreas de investigación perfectamente definidas”.

5 Francisco Suárez estudió Ciencias Económicas en la UBA. Cuando lo conocí acababa de doctorarse en sociología en la Universidad de Indiana. Más tarde fue designado Profesor Emérito de la UBA en 1999. Fue Secretario de Investigación y Doctorado de la Facultad de Ciencias Económicas y Director del Instituto de Investigaciones Administrativas de la Facultad. Recibió el Premio Bernardo Houssay a la Investigación Científica y Tecnológica en 2003. Falleció en 2009.

6 Osvaldo SUNKEL y Pedro PAZ son exponentes del pensamiento de CEPAL. Su texto *El subdesarrollo latinoamericano y la teoría del desarrollo*, editado en 1970 por Siglo Veintiuno editores, es un texto clásico sobre el tema.

7 ALBORNOZ, Mario (1972), *La Comisión Nacional de Estudios Geo-Heliofísicos*, en “Segundo Seminario sobre las Prioridades Científico Tecnológicas y la Planeación Económica y Social”. COLCIENCIAS y OEA. Bogotá

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

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; alternatively 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 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.



**34 CENTROS DE INVESTIGACIÓN PROPIOS, ASOCIADOS,
VINCULADOS 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



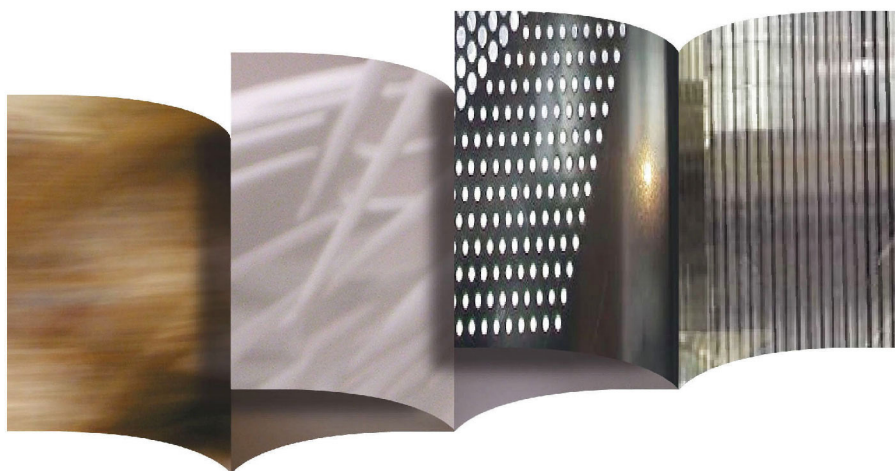
**PROGRAMA DE FORMACIÓN DE FORMADORES EN
EMPREDEDORISMO**

**Ciencia
Tecnología
Innovación**



comisionedeinvestigaciones.
cientificas

www.cic.gba.gov.ar



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

Fundación
Innovación
y Tecnología

FUNINTEC

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

